

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. März 2001 (01.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/14711 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 45/00, 47/02, 63/00, 63/02, 59/10, 41/02, 45/12

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02551

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmelde datum:  
2. August 2000 (02.08.2000)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAHR, Bernd [DE/DE]; Panoramastr. 83, D-73207 Plochingen (DE). KROPP, Martin [DE/DE]; Hofstattstr. 1, D-70825 Kornatal-Muenchingen (DE). MAGEL, Hans-Christoph [DE/DE]; Bachstr. 10, D-72793 Pfullingen (DE). OTTERBACH, Wolfgang [DE/DE]; Wikingerweg 45, D-70439 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

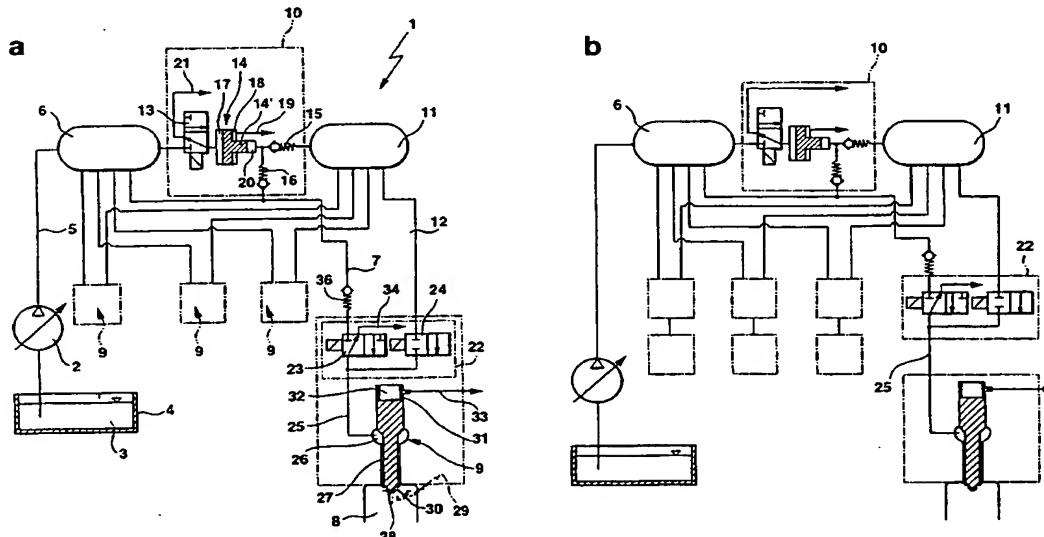
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 39 422.9 20. August 1999 (20.08.1999) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION SYSTEM FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPIRZSYSTEM FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



**WO 01/14711 A1** (57) Abstract: The invention relates to a fuel injection system (1) for an internal combustion engine. The fuel which is supplied by means of a high-pressure pump (5) can be injected into the combustion chamber of the internal combustion engine by means of injectors (9), whereby the fuel is provided with at least two different fuel pressures. At least one central pressure transmission unit (10) for all the injectors (9) is provided between the high-pressure pump (5) and the injectors (9). The pressure transmission unit can be specifically controlled if required, whereby the volume of the fuel that is subjected to a higher pressure can be better controlled and losses due to friction can be reduced accordingly.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, ist zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9) mindestens eine

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**BEST AVAILABLE COPY**



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("*Guidance Notes on Codes and Abbreviations*") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

---

zentrale Druckübersetzungseinheit (10) für alle Injektoren (9) vorgesehen. Die Druckübersetzungseinheit ist bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der unter dem höheren Druck stehende Kraftstoff besser mengenregelbar ist und sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung reduzieren lassen.

05

10

15

20

25

Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

30

Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Einpritzsystem ist beispielsweise durch die EP 0 711 914 A1 bekanntgeworden.

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschreibung werden zunächst einige Begriffe näher erläutert: Bei einem druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck ein Ventilkörper (z.B. eine Düsennadel) gegen die Wirkung einer Schließkraft aufgesteuert und so die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffes freigegeben.  
Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in den Zylinder austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet, während unter einem Systemdruck der Druck verstanden wird, unter dem Kraftstoff im Einspritzsystem zur Verfügung steht bzw. bevoorraet ist. Unter einem hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird im Rahmen der Erfindung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung eines Injektors mit Hilfe eines verschieblichen Ventilglieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgen. Weiterhin ist im folgenden eine Anordnung als zentral bezeichnet, wenn sie gemeinsam für alle Zylinder vorgesehen ist, und als lokal, wenn sie für nur einen einzelnen Zylinder vorgesehen ist.

Bei dem aus der EP 0 711 914 A1 bekannten druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird mit Hilfe einer Hochdruckpumpe Kraftstoff auf einen ersten hohen Kraftstoffdruck von etwa 1200 bar komprimiert und in einem ersten Druckspeicher gespeichert. Weiterhin wird der unter Hochdruck stehende Kraftstoff auch in einen zweiten Druckspeicher gefördert, in welchem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr mittels eines 2/2-Wegventils ein zweiter hoher Kraft-

05

stoffdruck von ca. 400 bar aufrechterhalten wird. Über eine Ventilsteuereinheit wird entweder der tiefere oder höhere Kraftstoffdruck in den Düsenraum eines Injektors geleitet. Dort wird durch den Druck ein federbelasteter Ventilkörper von seinem Ventilsitz abgehoben, so daß Kraftstoff aus der Düsenöffnung austreten kann.

10

Nachteilig bei diesem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem ist, daß zunächst der gesamte Kraftstoff erst auf das höhere Druckniveau komprimiert werden muß, um dann einen Teil des Kraftstoffs wieder auf das tiefere Druckniveau zu entlasten. Außerdem ist die Hochdruckpumpe, da sie von der Nockenwelle des Motors angetrieben wird, dauerhaft im Betrieb und zwar auch dann, wenn der gewünschte Druck im jeweiligen Druckspeicher bereits aufgebaut ist. Diese permanente Hochdruckerzeugung und die nachfolgende Entlastung auf das Niederdruckniveau stehen einem besseren Wirkungsgrad entgegen.

15

20

#### Vorteile der Erfindung

25

Das erfindungsgemäße Einspritzsystem weist zur Verbesserung des Wirkungsgrads die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 auf. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, ein höheres Druckniveau mittels einer zentralen Druckübersetzungseinheit zu erzeugen. Die Druckübersetzungseinheit ist, da er unabhängig von der Nockenwelle ist, bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der Hochdruck besser mengenregelbar ist. Da die Druckübersetzungseinheit nicht permanent im Betrieb ist, reduzieren sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung.

30

,NS

Wenn die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit voneinander hydraulisch entkoppelt sind, können für beide Seiten unterschiedliche Betriebsstoffe, z.B. Öl für die Niederdruckseite und Kraftstoff für die Hochdruckseite, verwendet werden.

05

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

10

#### Zeichnung

Verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

20      **Fig. 1** ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem für eine Einspritzung mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken, mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen zwei zentralen Druckspeichern und jeweils einer lokalen Ventilanordnung für jeden Injektor;

25

Fig. 2 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 1 mit einer modifizierten lokalen Ventilanordnung;

30      **Fig. 3** das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 1 mit einer zentralen Verteilereinrichtung für den höheren Kraftstoffdruck und einer modifizierten lokalen Ventilanordnung;

- Fig. 4 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 3, wobei auch der tiefere Kraftstoffdruck mittels der zentralen Verteilereinrichtung zugemessen wird;
- 05 Fig. 5 ein hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem für eine Einspritzung mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken, mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen zwei zentralen Druckspeichern und einer lokalen Ventilanordnung;
- 10 Fig. 6 das Kraftstoffeinspritzsystem der Fig. 5, jedoch mit einer zentralen Verteilereinrichtung für den höheren Kraftstoffdruck;
- 15 Fig. 7 ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem der höhere Kraftstoffdruck mittels einer lokalen Absteuereinheit auf einen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann;
- 20 Fig. 8 ein der Fig. 7 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem;
- 25 Fig. 9 ein druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem ein höherer Kraftstoffdruck mittels einer lokalen Druckübersetzungseinheit erzeugt werden kann;
- Fig. 10 ein der Fig. 9 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem;
- 30 Fig. 11 ein der Fig. 8 entsprechendes hubgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer modifizierten lokalen Absteuereinheit;

05           **Fig. 12** ein der Fig. 7 entsprechendes druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem, allerdings ohne zweiten Druckspeicher, wobei der jeweilige Kraftstoffdruck mittels einer zentralen Verteilereinrichtung zugemessen wird;

10           **Fig. 13** verschiedene der Fig. 12 entsprechende druckgesteuerte Kraftstoffeinspritzsysteme, jedoch mit jeweils modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit;

15           **Fig. 14** ein der Fig. 13c entsprechendes druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer piezoelektrischen Ventileinheit in der zentralen Druckübersetzungseinheit;

20           **Fig. 15** ein der Fig. 12 entsprechendes druckgesteuertes Einspritzsystem, allerdings ohne Druckspeicher und mit modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit;

25           **Fig. 16** ein der Fig. 15 entsprechendes Kraftstoffeinspritzsystem, jedoch mit modifizierter zentraler Druckübersetzungseinheit und ohne lokale Absteuereinheit; und

30           **Fig. 17** ein weiteres druckgesteuertes Kraftstoffeinspritzsystem mit einer zentralen Druckübersetzungseinheit zwischen einem zentralen Druckspeicher und einer zentralen Verteilereinrichtung.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines druckgesteuerten Kraftstofffeinspritzsystems 1 fördert eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorratstank 4 über eine Förderleitung 5 in einen ersten zentralen Druckspeicher 6 (Common-Rail), von dem mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Druckleitungen 7 zu den einzelnen, in den Brennraum 8 der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden druckgesteuerten Injektoren 9 (Einspritzeinrichtung) abführen. Mit Hilfe der Kraftstoffpumpe 2 wird so ein erster (tieferer) Kraftstoffdruck (z.B. ca. 300 bar) erzeugt und im ersten Druckspeicher 6 (Common Rail) gelagert. Dieser Kraftstoffdruck kann zur Voreinspritzung und bei Bedarf zur Nacheinspritzung (HC-Anreicherung zur Abgasnachbehandlung) sowie zur Darstellung eines Einspritzverlaufs mit Plateau (Boot-injektion) verwendet werden. Dem ersten Druckspeicher 6 ist eine zentrale Druckübersetzungseinheit 10 nachgeordnet, mittels der Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 auf einen zweiten, höheren Kraftstoffdruck für eine Haupt einspritzung komprimiert wird. Der höhere Kraftstoffdruck wird in einem zweiten Druckspeicher 11 (Common Rail) gelagert, von dem ebenfalls mehrere, der Anzahl der Zylinder entsprechende Druckleitungen 12 zu den einzelnen Injektoren 9 abführen. In diesem Druckspeicher 11 kann ein Kraftstoffdruck von ca. 300 bar bis 1800 bar gelagert werden.

Die Druckübersetzungseinheit 10 umfaßt eine Ventileinheit 13 zur Druckübersetzungsansteuerung, einen Druckübersetzer 14 mit einem Druckmittel 14' in Form eines verschieblichen Kolbenelements sowie zwei Rückschlagventile 15 und 16. Das Druckmittel 14' kann einenends mit Hilfe der Ventileinheit

13 an den ersten Druckspeicher 6 angeschlossen werden, so  
daß es durch den in einer Primärkammer 17 befindlichen  
Kraftstoff einenends druckbeaufschlagt wird. Ein Diffe-  
renzraum 18 ist mittels einer Leckageleitung 19 druckent-  
lastet, so daß das Druckmittel 14' zur Verringerung des  
Volumens einer Druckkammer 20 in Kompressionsrichtung ver-  
schoben werden kann. Dadurch wird der in der Druckkammer  
20 befindliche Kraftstoff entsprechend dem Flächenverhält-  
nis von Primärkammer 17 und Druckkammer 20 auf einen zwei-  
ten höheren Kraftstoffdruck verdichtet und dem zweiten  
Druckspeicher 11 zugeführt. Das Rückschlagventil 15 ver-  
hindert den Rückfluß von komprimiertem Kraftstoff aus dem  
zweiten Druckspeicher 11. Wird die Primärkammer 17 mit  
Hilfe der Ventileinheit 13 an eine Leckageleitung 21 ange-  
schlossen, so erfolgen die Rückstellung des Druckmittels  
14' und die Wiederbefüllung der Druckkammer 20, die über  
das Rückschlagventil 16 an die Druckleitung 7 angeschlos-  
sen ist. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Primärkam-  
mer 17 und in der Druckkammer 20 öffnet das Rückschlagven-  
til 16, so daß die Druckkammer 20 unter dem ersten Kraft-  
stoffdruck (Raildruck des ersten Druckspeichers 6) steht  
und das Druckmittel 14' hydraulisch in seine Ausgangsstel-  
lung zurückgefahren wird. Zur Verbesserung des Rückstell-  
verhaltens können eine oder mehrere Federn in den Räumen  
17, 18 und 20 angeordnet sein. Im dargestellten Ausfüh-  
rungsbeispiel ist die Ventileinheit 13 lediglich beispiel-  
haft als 3/2-Wege-Ventil dargestellt.

Eine Kraftstoffzumessung mit entweder dem tieferen oder  
dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt für jeden Zylinder  
bzw. Injektor 9 getrennt und zwar jeweils über eine lokale  
Ventilanordnung 22, die im dargestellten Ausführungsbei-  
spiel durch ein 3/2-Wege-Ventil 23 für den tieferen Kraft-

stoffdruck und ein 2/2-Wege-Ventil 24 für den höheren Kraftstoffdruck gebildet ist. Der jeweils anstehende Druck wird dann über eine Druckleitung 25 in einen Düsenraum 26 des Injektors 9 geleitet. Die Einspritzung erfolgt druckgesteuert mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventilglieds 27 (Düsennadel), dessen konische Ventildichtfläche 28 mit einer Ventsitzfläche am Injektorgehäuse 29 zusammenwirkt und so die dort vorgesehenen Einspritzöffnungen 30 verschließt.

05 Innerhalb des Düsenraums 26 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventilglieds 27 weisende Druckfläche des Ventilgliedes 27 dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, wobei sich der Düsenraum 26 über einen Ringspalt zwischen dem Ventilglied 27 und der Führungsbohrung bis an die Ventildichtfläche 28 des Injektors 9 fortsetzt. Durch den im Düsenraum 26 herrschenden Druck wird das die Einspritzöffnungen 29 abdichtende Ventilglied 27 gegen die Wirkung einer Schließkraft (Schließfeder 31) aufgesteuert, wobei der Federraum 32 mittels einer Leckageleitung 33 druckentlastet ist. Die

10 Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 24 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 23. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei bestromtem 3/2-Wege-Ventil 23 durch Bestromen des 2/2-Wegventils 24, wobei ein Rückschlagventil 36 einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindert. Am Ende der Einspritzung wird bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 24 das 3/2-Wege-Ventil 23 auf Leckage 34 geschaltet. Dadurch werden die Druckleitung 25 und der Düsenraum 26 druckentlastet, so daß das federbelastete Ven-

15 tilglied 27 die Einspritzöffnungen 30 wieder verschließt.

20

25

30

Die lokale Ventilanordnung 22 kann innerhalb des Injektorgehäuses 29 (Fig. 1a) oder auch, wie in Fig. 1b gezeigt, außerhalb des Injektorgehäuses, z.B. im Bereich der Druckspeicher 6, 11 angeordnet sein. So lässt sich eine kleinere Baugröße des Injektorgehäuses und durch Ausnutzung von Wellenreflexionen in der nun längeren Druckleitung 25 ein erhöhter Einspritzdruck erreichen.

Nachfolgend werden in der Beschreibung zu den weiteren Figuren lediglich die Unterschiede zum Kraftstoffeinspritzsystem nach Fig. 1 behandelt. Identische bzw. funktionsgleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet und werden nicht näher erläutert.

Fig. 2 zeigt eine andere lokale Ventilanordnung 22a, die entweder innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2a) oder außerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 2b) angeordnet sein kann. Diese lokale Ventilanordnung 22a umfasst ein 2/2-Wege-Ventil 35 als Schaltelement für den höheren Kraftstoffdruck, ein Rückschlagventil 36 in der Druckleitung 7 und zum Schalten des jeweils anstehenden Druckes ein 3/2-Wege-Ventil 37 in der Druckleitung 25. Eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromtem 2/2-Wege-Ventil 35 durch Bestromen des 3/2-Wegvents 37. Durch Bestromen auch des 2/2-Wege-Ventil 35 kann auf eine Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck umgeschaltet werden, wobei das Rückschlagventil 36 einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindert. Am Ende der Einspritzung wird das 3/2-Wege-Ventil 37 auf Leckage 34 zurückgeschaltet.

30

In Fig. 3 wird der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11, gesteuert über eine zentrale Ventileinheit 38 (z.B. ein 3/2-Wegventil), zentral über eine Verteilerein-

richtung 39 auf die einzelnen druckgesteuerten Injektoren verteilt. Die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei stromloser Ventileinheit 38 durch Bestromen des allein die lokale Ventilanordnung 22b bildenden 3/2-Wege-Ventils 37. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt bei unbestromter Ventileinheit 37 und bestromter zentraler Ventileinheit 38 über die Verteilereinrichtung 39. Am Ende dieser Einspritzung wird die zentrale Ventileinheit 38 auf Leckage 40 zurückgeschaltet und damit die Verteilereinrichtung 39 und der Injektor entlastet. Die lokale Ventileinheit 22b kann entweder Teil des Injektorgehäuses sein (Fig. 3a) oder außerhalb des Injektorgehäuses angeordnet sein (Fig. 3b) sein.

In Fig. 4 ist gezeigt, daß anders als in Fig. 3 auch der tiefere Kraftstoffdruck mittels der Verteilereinrichtung 39 zentral zugemessen werden kann. Die Kraftstoffzumessung mit entweder dem tieferen oder dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt hier mittels einer zentral angeordneten Ventilanordnung 41, die entweder die vom ersten Druckspeicher 6 abführende Druckleitung 42 oder die vom zweiten Druckspeicher 11 abführende Druckleitung 43 zu der zentralen Verteilereinrichtung 39 durchschaltet. Die zentrale Ventilanordnung 41 ist analog der lokalen Ventilanordnung 22a (Fig. 2) aufgebaut.

Anders als beim druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem 1 der Fig. 1 erfolgt die Einspritzung bei dem in Fig. 5 gezeigten Kraftstoffeinspritzsystem 50 hubgesteuert mittels hubgesteueter Injektoren 51, von denen lediglich einer näher dargestellt ist. Ausgehend von dem druckgesteuerten Injektor 9 der Fig. 1 greift bei einem hubgesteuerten Injektor 51 an dem Ventilglied 27 koaxial zu der Ven-

tilfeder 31 ein Druckstück 52 an, das mit seiner der Ventildichtfläche 28 abgewandten Stirnseite 53 einen Steuerraum 54 begrenzt. Der Steuerraum 54 hat von der Druckleitung 25 her einen Kraftstoffzulauf mit einer ersten Drossel 55 und einen Kraftstoffablauf zu einer Druckentlastungsleitung 56 mit einer zweiten Drossel 57, die durch ein 2/2-Wege-Ventil 58 auf Leckage 59 steuerbar ist. Über den Druck im Steuerraum 54 wird das Druckstück 52 in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Unter dem ersten oder zweiten Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff füllt ständig den Düsenraum 26 und den Steuerraum 54. Bei Betätigung (Öffnen) des 2/2-Wege-Ventils 58 kann der Druck im Steuerraum 54 abgebaut werden, so daß in der Folge die in Öffnungsrichtung auf das Ventilglied 27 wirkende Druckkraft im Düsenraum 26 die in Schließrichtung auf das Ventilglied 27 wirkende Druckkraft übersteigt. Die Ventildichtfläche 28 hebt von der Ventilsitzfläche ab, und Kraftstoff wird eingespritzt. Dabei läßt sich der Druckentlastungsvorgang des Steuerraums 54 und somit die Hubsteuerung des Ventilglieds 27 über die Dimensionierung der beiden Drosseln 55 und 57 beeinflussen. Das Ende der Einspritzung wird durch erneutes Betätigen (Schließen) des 2/2-Wege-Ventils 58 eingeleitet, das den Steuerraum 54 wieder von der Leckageleitung 59 abkoppelt, so daß sich im Steuerraum 54 erneut ein Druck aufbaut, der das Druckstück 52 in Schließrichtung bewegen kann. Die Umschaltung des Kraftstoffs auf entweder den tieferen oder den höheren Kraftstoffdruck erfolgt für jeden Injektor 51 lokal mittels einer Ventilanordnung 60, die aus einem 2/2-Wege-Ventil 24 und einem einen ungewollten Rücklauf in die Druckleitung 7 verhindern-Rückschlagventil 62 gebildet ist. Die Ventilanordnung kann entweder innerhalb des Injektorgehäuses 61 (Fig. 5a) oder außerhalb (Fig. 5b) angeordnet sein kann. Zum Zumes-

sen des Kraftstoffs wird für beide Drücke das 2/2-Wege-Ventil 58 verwendet.

In Fig. 6 ist gezeigt, daß anders als in Fig. 5 der höhere Kraftstoffdruck wie in Fig. 3a auch zentral über die Verteilereinrichtung 39 zugemessen werden kann. Bei nicht bestromter zentraler Ventileinheit 38 werden Düsenraum 26 und Steuerraum 54 mit Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 gefüllt, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt. Bei bestromter zentraler Ventileinheit 38 wird wegen des Rückschlagventils 63 nur der Düsenraum 26 mit dem zweiten Druckspeicher 11 verbunden, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck erfolgt. Zur Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck wird das 2/2-Wegeventil 58 geöffnet. Durch Zuschalten des 3/2-Wegeventils 38 wird der Kraftstoff unter Hochdruck zugemessen, wobei das Öffnen bei dem tieferen Kraftstoffdruck hubgesteuert und bei dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert erfolgt.

Fig. 7 zeigt ein druckgesteuertes Einspritzsystem 70, bei dem anders als in Fig. 2 der im ersten Druckspeicher 6 gelagerte Kraftstoff nicht für eine Einspritzung abgeführt wird. Der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 wird über die Druckleitung 12 jedem einzelnen Injektor 9 als höherer Kraftstoffdruck zugeführt, der bei Bedarf mittels einer lokalen Absteuereinheit 71 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt die Absteuereinheit 71 ein 3/2-Wegeventil 72, um den höheren Kraftstoffdruck entweder durchzuschalten oder dissipativ mittels einer Drossel 73 und eines auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestellten und mit einer Leckageleitung 74 verbundenen Druckbegrenzung-

05        ventils 75 abzusteuern. Der jeweils anstehende Druck wird dann wie in Fig. 2 über das 3/2-Wegeventil 37 zum Injektor 9 weitergeleitet, wobei ein Rückschlagventil 76 ein Abströmen des höheren Kraftstoffdruckes über das Rückschlagventil 75 verhindert.

10        Fig. 8 zeigt ein der Fig. 7 entsprechendes, allerdings hubgesteuertes Einspritzsystem 80, bei dem der Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 über die lokale Absteuer-  
15        einheit 71 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Die Einspritzung erfolgt über die hubgesteuerten Injektoren 51.

20        Bei dem druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem 90 der Fig. 9 wird anders als beim Einspritzsystem 70 (Fig. 7) der im zweiten Druckspeicher 11 gelagerte Kraftstoffdruck als tieferer Kraftstoffdruck genutzt. Aus diesem kann dann bei Bedarf auch ein höherer Kraftstoffdruck mittels eines lokalen Druckübersetzers 91 erzeugt werden, der in einer Bypaßleitung 92 der Druckleitung 12 angeordnet ist. Mit-  
25        tels einer Ventileinheit 93 (3/2-Wegeventil) in der Bypaß-leitung 92 kann der lokale Druckübersetzer 91, der analog dem zentralen Druckübersetzer 14 aufgebaut ist, zugeschal-  
20        tet werden. Die Druckkammer 94 des lokalen Drucküberset-  
25        zers 91 wird mit Kraftstoff aus dem zweiten Druckspeicher 11 befüllt, wobei ein Rückschlagventil 95 den Rücklauf von komprimiertem Kraftstoff zurück in den zweiten Druckspei-  
30        cher 11 verhindert. Der Druckübersetzer 91, die Ventilein-  
35        heit 93 und das Rückschlagventil 95 bilden die lokale Druckübersetzungseinheit 96, die sich im dargestellten Ausführungsbeispiel innerhalb des Injektorgehäuses befin-  
40        det. Die Kraftstoffzumessung mit dem jeweils anstehenden Kraftstoffdruck erfolgt über das 3/2-Wege-Ventil 37 mit-

tels druckgesteuerter Injektoren 9. Wie Fig. 9b zeigt, kann die Druckkammer 20 der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 anstatt wie in Fig. 9a mit Kraftstoff aus dem ersten Druckspeichers 6 auch mit Kraftstoff 3' befüllt werden, den eine mengengeregelte Kraftstoffpumpe 2' über eine Förderleitung 5' aus einem weiteren Vorratstank 4' in die Druckkammer 20 fördert. Da die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit voneinander hydraulisch entkoppelt sind, können für beide Seiten auch unterschiedliche Betriebsstoffe, z.B. Öl für die Niederdruckseite und Kraftstoff für die Hochdruckseite, verwendet werden.

Das Einspritzsystem 100 der Fig. 10 mit seiner lokalen Druckübersetzungseinheit 96 entspricht dem Einspritzsystem 90 (Fig. 9), allerdings mit hubgesteuerten Injektoren 51. Die Befüllung der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 erfolgt entweder mit dem Kraftstoff aus dem ersten Druckspeicher 6 (Fig. 10a) oder mit dem Kraftstoff 3' aus dem weiteren Vorratstank 4' (Fig. 10b).

Das hubgesteuerte Einspritzsystem 110 der Fig. 11 entspricht dem Einspritzsystem 80 (Fig. 8), allerdings mit einer anders aufgebauten lokalen Absteuereinheit 111. Deren Druckleitung 112 kann mittels eines 3/2-Ventils 113 entweder direkt an den zweiten Druckspeicher 11 angegeschlossen oder mit einer ein Druckbegrenzungsventil 114 enthaltenden Leckageleitung 115 verbunden werden. Der Anschluß an den zweiten Druckspeicher 11 dient der Haupteinspritzung und der gleichzeitigen Befüllung eines Akkumulatorraumes 116. Während dieses Anschlusses kann unter höherem Kraftstoffdruck stehender Kraftstoff den Steuerraum 54 und den Düsenraum 26 füllen. Während der Vor- und Nachein-

spritzung ist die Druckleitung 112 mit der Leckageleitung 115 durchgängig verbunden. Das Druckbegrenzungsventil 114 öffnet oberhalb eines Druckes von z.B. 300 bar, so daß der aus dem Akkumulatorraum 116 ausströmende Kraftstoff auf diesen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt wird. Start und Ende der Haupteinspritzung sowie der Vor- und Nacheinspritzung können mittels des 2/2-Wege-Ventils 58 gesteuert werden.

Bei dem in Fig. 12a gezeigten druckgesteuerten Einspritzsystem 120 ohne zweiten Druckspeicher verteilt die zentrale Verteilereinrichtung 39 den mittels der zentralen Druckübersetzungseinheit 10 erzeugten höheren Kraftstoffdruck auf die einzelnen Injektoren 9. Über die bereits oben beschriebene lokale Absteuereinheit 71 kann der höhere Kraftstoffdruck für eine Einspritzung dann entweder durchgeschaltet oder dissipativ auf einen tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden. Hinter der Verteilereinrichtung 39 ist für jeden Injektor 9 noch eine Rückschlagventilanordnung 122 vorgesehen, die den Kraftstoff in Richtung Injektor 9 über ein erstes Rückschlagventil 123 durchläßt und den Rückfluß von Kraftstoff aus dem Injektor 9 mittels einer Drossel 124 und eines zweiten Rückschlagventils 125 zur Entlastung der Verteilereinrichtung 39 und zum Druckabbau zuläßt.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 12b läßt sich über ein 2/2-Wege-Ventil 126 entweder der höhere Kraftstoffdruck durchschalten oder ein tieferer Kraftstoffdruck über eine Drossel 127 erzeugen, wobei ein Rückschlagventil 128 einen Rückfluß über die Drossel 127 verhindert. Die Teile 126, 127 und 128 bilden die insgesamt mit 129 bezeichnete lokale Druckbegrenzungs- bzw. Drosselleinheit. Anders als in

Fig. 1 gezeigt, ist hier die zentrale Druckübersetzungs-einheit 10' ohne Rückschlagventil 15 ausgebildet.

Anders als das Einspritzsystem 120 kommt das druckgesteuerte Einspritzsystem 130 der Fig. 13 vollständig ohne lokale Steuerung aus, da die zentrale Druckübersetzungseinheit 131 mit ihrem Druckübersetzer 132 außer zur Erzeugung des höheren Kraftstoffdruckes auch für eine Drosselung auf den tieferen Kraftstoffdruck genutzt wird. Dazu ist die Druckkammer 20 über ein auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestelltes Druckbegrenzungsventil 133 an eine Leckagelitung 134 angeschlossen, wodurch der Einspritzdruck zunächst auf den tieferen Kraftstoffdruck, z.B. 300 bar, begrenzt ist. Die Verbindung von Druckkammer 20 und Druckbegrenzungsventil 133 wird allerdings bereits nach einer geringen Bewegung des Druckmittels 14' (Druckverstärkerkolben) von diesem verschlossen. Damit steht für den anschließenden Einspritzvorgang der höhere Kraftstoffdruck zur Verfügung. Zur Wiederbefüllung der Druckkammer 20 sind geeignete Rückschlagventile anzugeordnen, wobei eine auf das Druckmittel 14' wirkende Federkraft die Befüllung begünstigt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Druckkammer 20 über ein im Druckmittel 14' angeordnetes Rückschlagventil 135 mit der Primärkammer 17 verbunden. Während dabei in Fig. 13a die Einspritzmenge, die mit dem tieferen Kraftstoffdruck eingespritzt wird, konstruktiv vorgegeben ist, kann diese Einspritzmenge, d.h. das Druckniveau der Voreinspritzung und der Verlauf der Haupteinspritzung (Bootinjektion), durch eine zentrale Absteuer-einheit 136 (2/2-Wege-Ventil) vor dem Druckbegrenzungsven-til 133 gesteuert werden (Fig. 13b). In einer anderen Va-riante (Fig. 13c) ist die Druckkammer 20 über die Leitung 137 auch direkt mit dem Druckspeicher 6 verbindbar, so daß

dessen Kraftstoff für eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck zu den druckgesteuerten Injektoren 9 weitergeleitet wird. Dadurch lassen sich die abströmenden Leckagemengen reduzieren. Im Ausführungsbeispiel nach  
05 Fig. 13d ist der Druckspeicher 6 der Fig. 13a ausgelassen und erfolgt der Druckaufbau durch Bestromen eines 2/2-Wege-Ventils 138. Die Hochdruckpumpe 5 kann einen Kraftstoffdruck von ca. 300 bis ca. 1000 bar erzeugen und z.B. eine Nockenpumpe sein. Hochdruckpumpe 5 und 2/2-Wegeventil 138 bilden die Druckeinheit 139. Wie in Fig. 13e gezeigt, läßt sich die Einspritzung - wie in Fig. 13b - durch die Absteuereinheit 136 zusätzlich steuern.

15 Das in Fig. 14 dargestellte druckgesteuerte Einspritzsystem 140, das ansonsten dem Einspritzsystem der Fig. 13c entspricht, umfaßt in seiner Druckübersetzungseinheit 141 eine piezoelektrische Ventileinheit 142, deren Ventilquerschnitt mittels eines Piezostellelements (Aktuator, Aktor) gesteuert wird, oder ein schnell schaltendes Magnetventil.  
20 Die Piezostellelemente, die einen notwendigen Temperaturausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen, dienen der Querschnittssteuerung und damit der Formung des Einspritzverlaufs. Es wird eine vollkommen unabhängige Voreinspritzung sowohl in der Zeit  
25 und in der Einspritzmenge als auch im Einspritzdruck möglich. Die Haupteinspritzung kann voll flexibel an jeden benötigten Einspritzverlauf angepaßt werden und ermöglicht zusätzlich eine Splitinjektion bzw. eine Nacheinspritzung, die nahezu beliebig nahe an die Haupteinspritzung angelagert werden kann.

Das auf dem Einspritzsystem der Fig. 12 basierende druckgesteuerte Einspritzsystem 150 der Fig. 15 verwendet jeweils die Druckeinheit 139 zur Erzeugung eines Druckes von ca. 200 bar bis ca. 1000 bar als Betriebsmittel für die zentrale Druckübersetzungseinheit 151, die allein durch den Druckübersetzer 132 (Fig. 13a) gebildet ist. Die Absenkung auf den tieferen Kraftstoffdruck erfolgt in Fig. 15a mittels der ein Druckbegrenzungsventil aufweisenden lokalen Absteuereinheit 71 (Fig. 7) und in Fig. 15b mittels der lokalen Druckbegrenzungs- bzw. Drosseleinheit 129 (Fig. 12b).

Das druckgesteuerte Einspritzsystem 160 der Fig. 16 unterscheidet sich von dem der Fig. 13d dadurch, daß der zentrale Druckübersetzer 132 durch eine parallele Bypaßleitung 161 umgangen werden kann und mittels einer Ventileinheit 162 (Fig. 16a) bzw. 162a (Fig. 16b) aktivierbar bzw. deaktivierbar ist. In Fig. 16a ist die Ventileinheit 162 vor dem Druckübersetzer 132 und als 3/2-Wege-Ventil ausgebildet, in Fig. 16b die Ventileinheit 162a hinter dem Druckübersetzer 132 und als 2/2-Wege-Ventil, das über ein Rückschlagventil 163 abgekoppelt ist. Die Teile 132, 161, 162 bzw. 132, 162a, 163 bilden die zentrale Druckübersetzungseinheit 164 bzw. 164a.

Bei dem in Fig. 17 gezeigten druckgesteuerten Einspritzsystem 170 wird entweder der im zentralen Druckspeicher 6 gelagerte tiefere Kraftstoffdruck oder der über die zentrale Druckübersetzungseinheit 10' bei Bedarf erzeugte höhere Kraftstoffdruck zentral auf die einzelnen Injektoren 9 verteilt. Die Einspritzung des jeweiligen Kraftstoffdruckes wird über die zentrale Ventileinheit 171 (3/2-We-

ge-Ventil) gesteuert, die in ihrer Funktion der Ventileinheit 37 (Fig. 2a) entspricht.

Die in den Figuren gezeigten Ventileinheiten können jeweils von Elektromagneten zum Öffnen oder Schließen bzw. Umschalten betätigt werden. Die Elektromagnete werden von einem Steuergerät angesteuert, das verschiedene Betriebsparameter (Motordrehzahl, ....) der zu versorgenden Brennkraftmaschine überwachen und verarbeiten kann. Anstelle von magnetgesteuerten Ventileinheiten können auch Piezostellelemente (Aktuator, Aktor) verwendet werden, die einen notwendigen Temperaturausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen.

Bei einem Kraftstoffeinspritzsystem (1) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, ist zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9) mindestens eine zentrale Druckübersetzungseinheit (10) für alle Injektoren (9) vorgesehen. Die Druckübersetzungseinheit ist bei Bedarf gezielt ansteuerbar, wodurch der unter dem höheren Druck stehende Kraftstoff besser mengenregelbar ist und sich entsprechend auch die Verluste durch Reibung reduzieren lassen.

Patentansprüche

05 1. Kraftstoffeinspritzsystem (1; 50; 70; 80; 90; 100;  
110; 120; 130; 140; 150; 160; 170) für eine Brennkraftmaschine, bei dem der mittels einer Hochdruckpumpe (5) geförderte Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (9; 51) in den Brennraum (8) der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann,

dadurch gekennzeichnet,

15 daß zwischen der Hochdruckpumpe (5) und den Injektoren (9; 51) mindestens eine zentrale Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) für alle Injektoren (9; 51) vorgesehen ist.

20 2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) mindestens ein Rückschlagventil (15, 16; 135; 163) zugeordnet ist, das eine Wiederbefüllung der Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) ermöglicht und/oder einen höheren Kraftstoffdruck von einem tieferen Kraftstoffdruck abkoppelt.

25 30 3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141; 164; 164a) eine zentrale Verteilereinrichtung (39) nachgeordnet ist, die

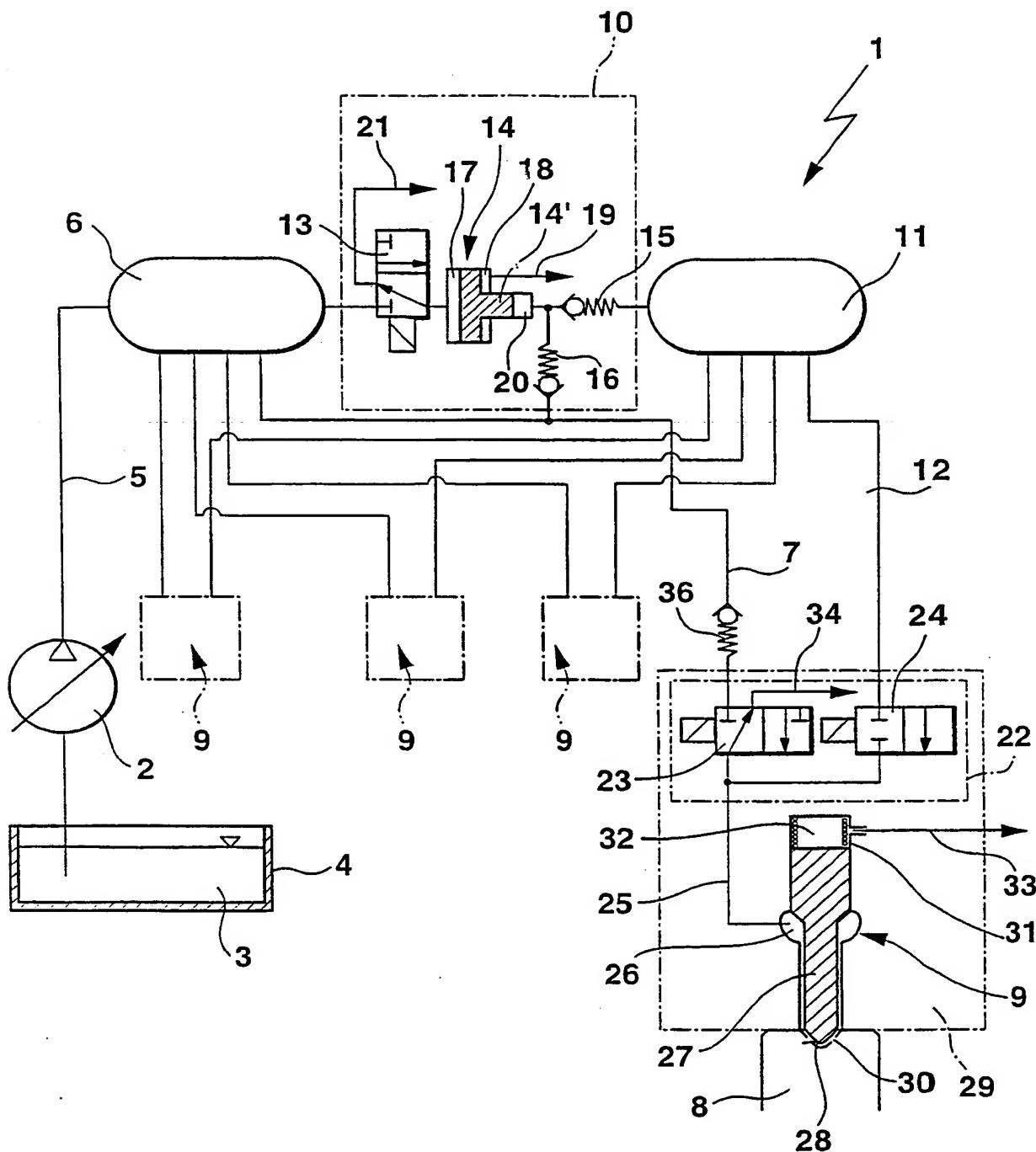
den Kraftstoff auf die einzelnen Injektoren (9; 51) verteilt.

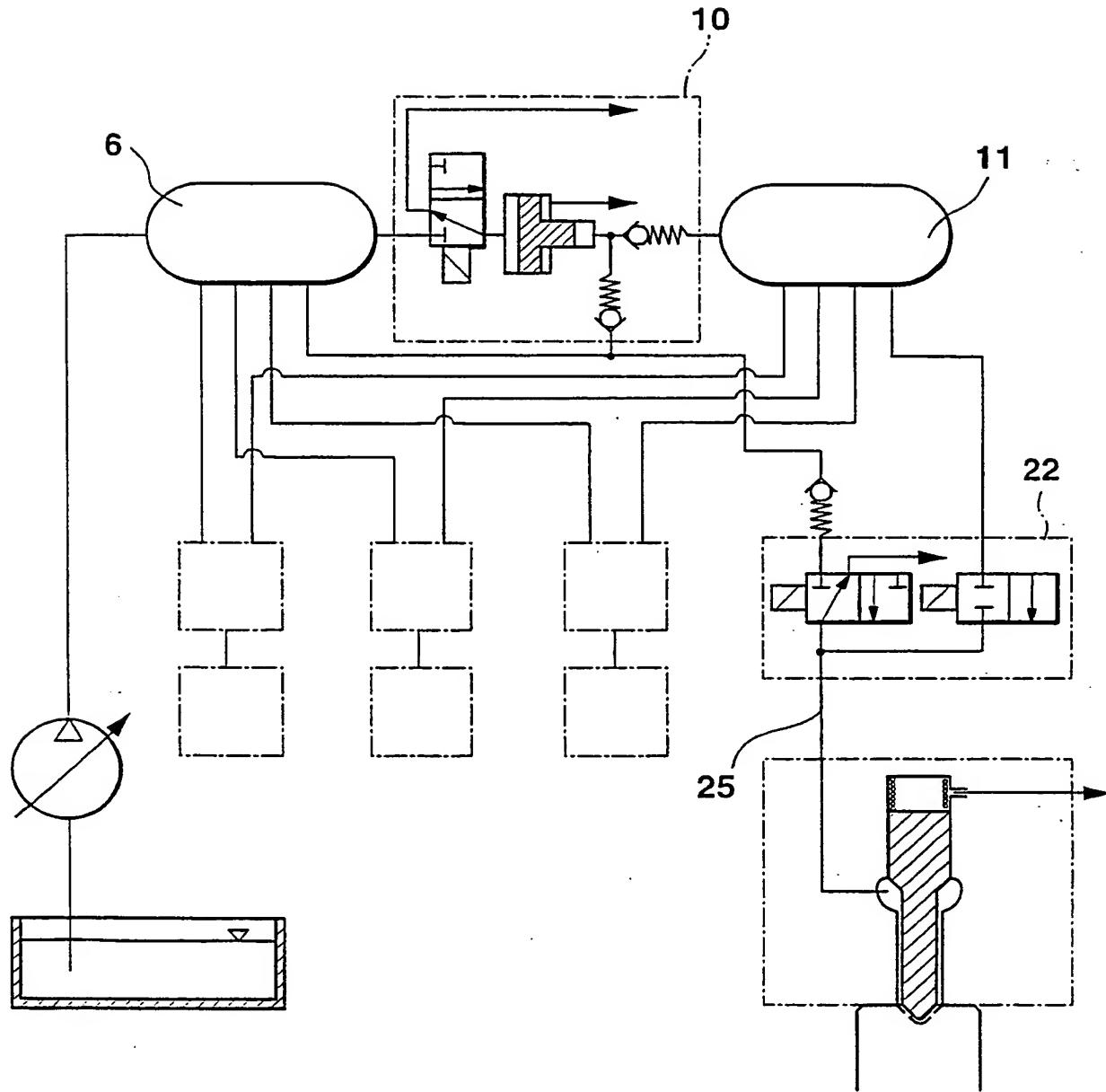
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zentralen Druckübersetzungseinheit (10; 10'; 131; 141) ein Druckspeicher (6) vorgeordnet ist.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zentralen Druckübersetzungseinheit (10) ein Druckspeicher (11) nachgeordnet ist.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Injektor (9; 51) eine zentrale Ventileinheit (22; 22a; 22b) oder eine lokale Ventileinheit (41; 72; 93; 113; 126) zugeordnet ist, mittels der zwischen den beiden Kraftstoffdrücken umgeschaltet werden kann.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Injektor (9; 51) mindestens eine lokale Druckübersetzungseinheit (96) zur Erzeugung des höheren Kraftstoffdruckes aus dem tieferen Kraftstoffdruck zugeordnet ist.
8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Druckübersetzungseinheit (164a) und/oder die lokale Druckübersetzungseinheit (96) einen zu- und abschaltbaren Druckübersetzer (132; 91) aufweist, der

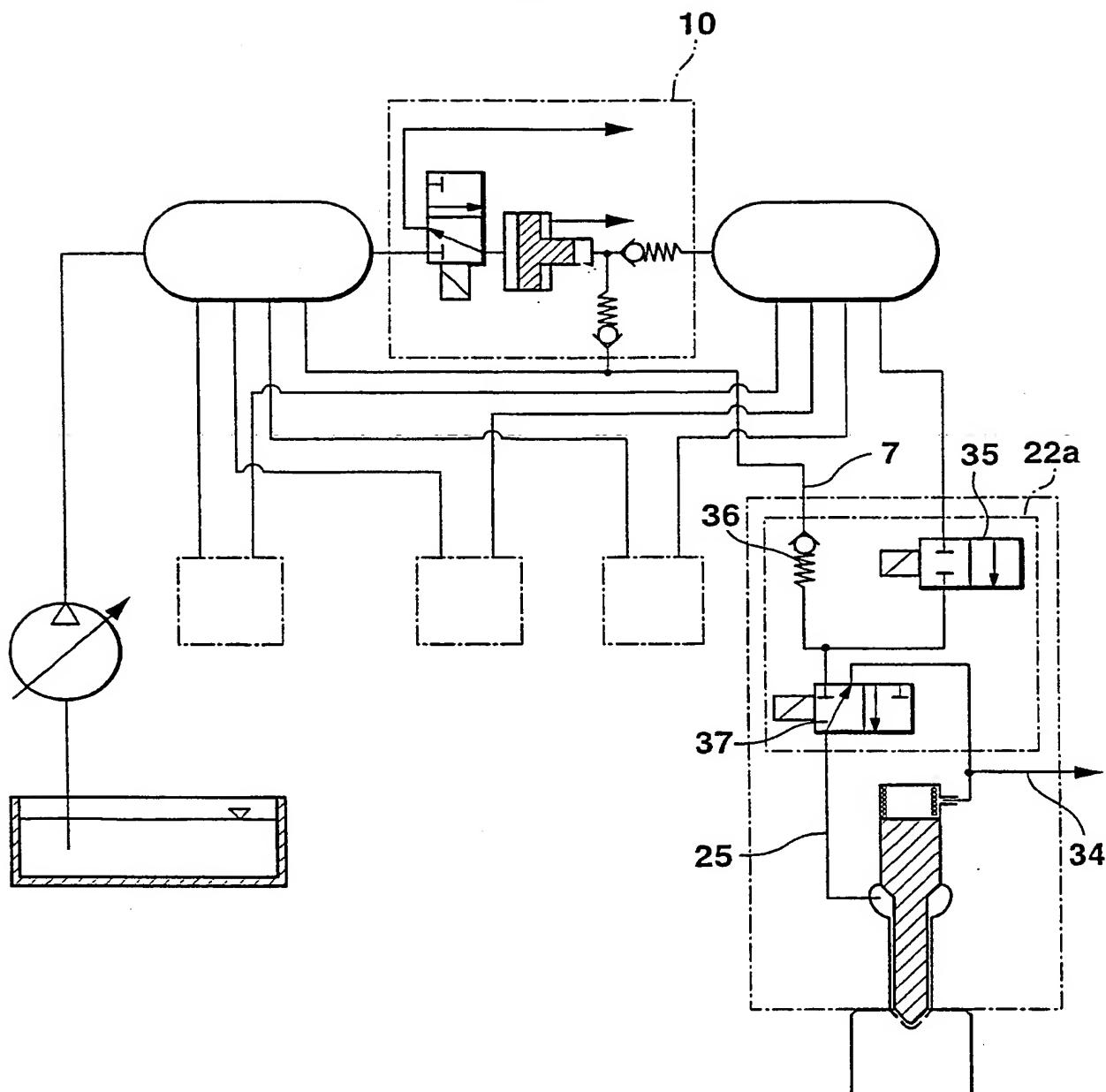
parallel zu einer Bypassleitung (161; 92) angeordnet ist.

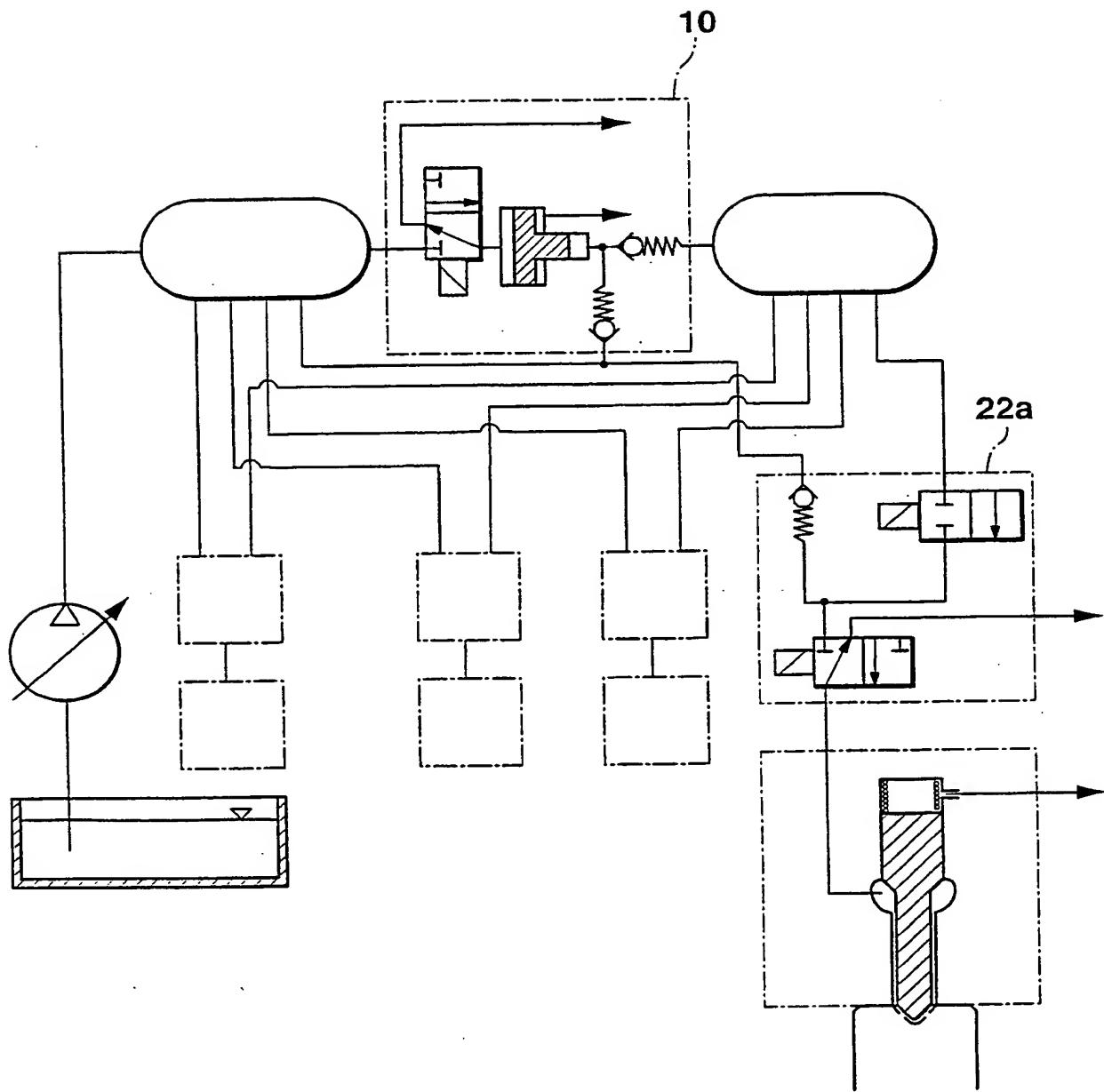
- 05        9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes aus dem höheren Kraftstoffdruck eine zentrale Absteuereinheit (136) und/oder eine lokale Absteuereinheit (71; 111) vorgesehen ist.
- 10        10. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes der Querschnitt einer Ventileinheit (142) steuerbar ist.
- 15        11. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektoren (9) für eine Drucksteuerung ausgebildet sind.
- 20        12. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektoren (51) für eine Hubsteuerung ausgebildet sind.
- 25        13. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckseite und die Niederdruckseite der zentralen Druckübersetzungseinheit (10) voneinander hydraulisch entkoppelt sind.

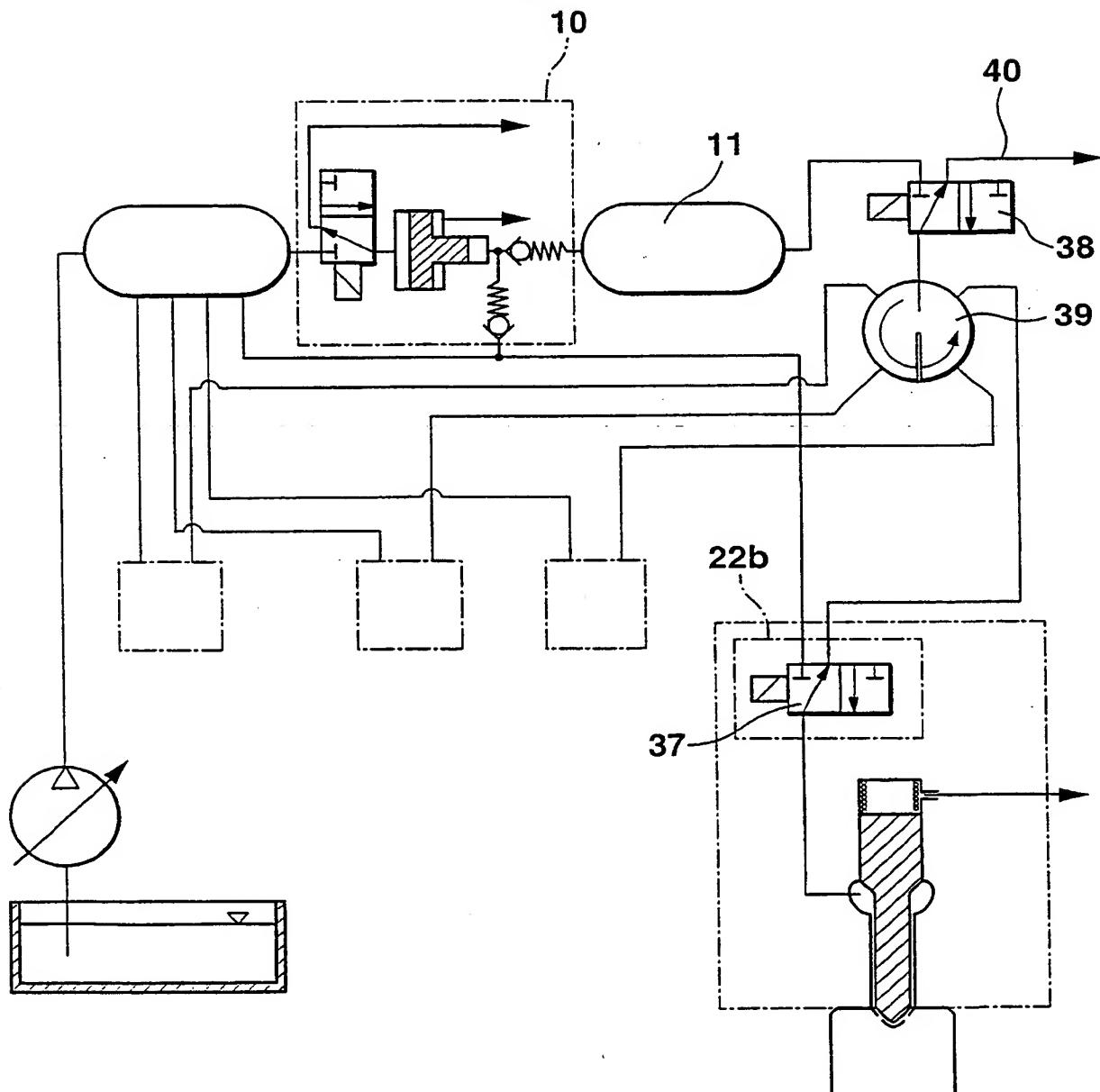
**Fig. 1a**

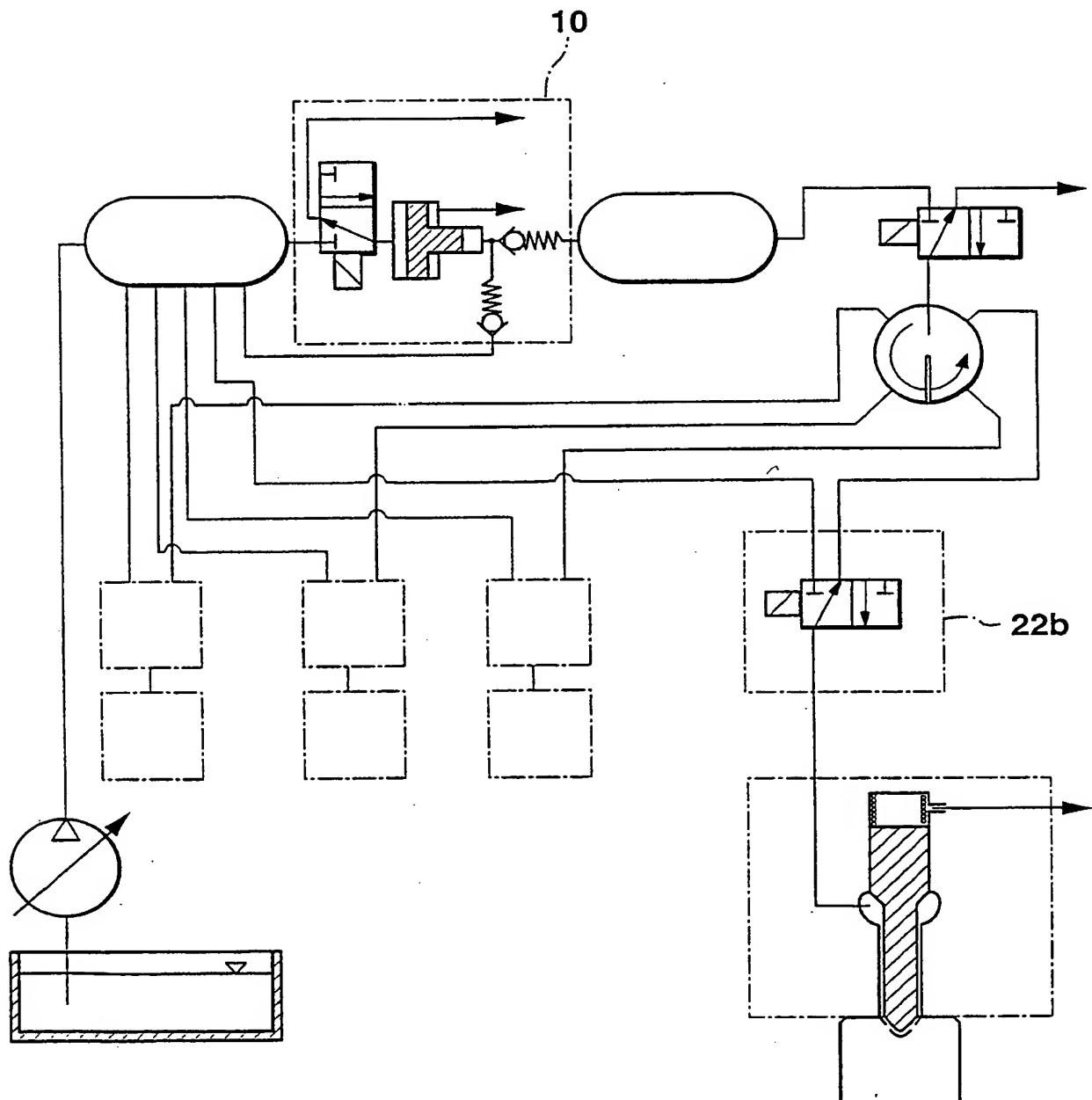


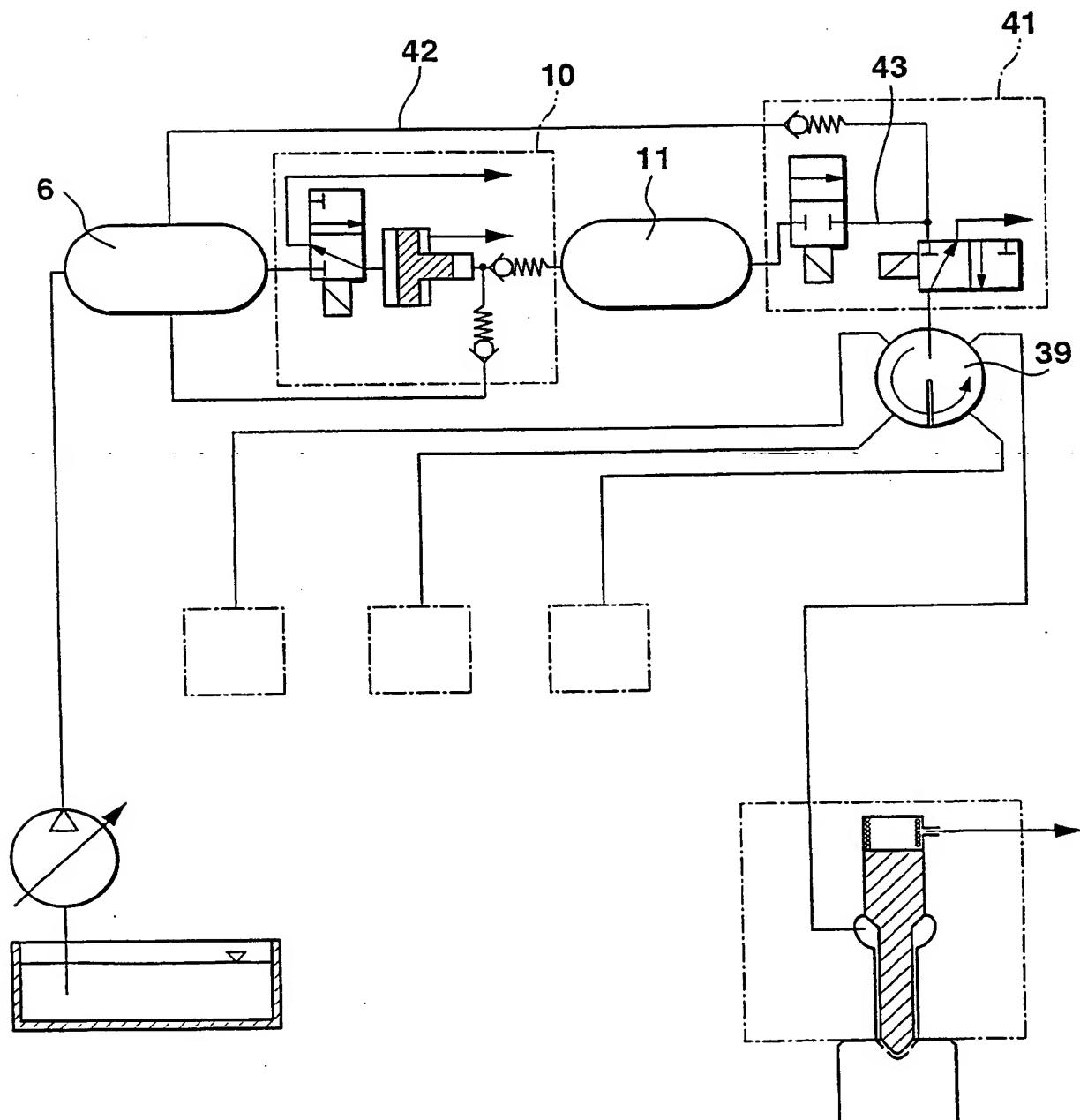
**Fig. 1b**

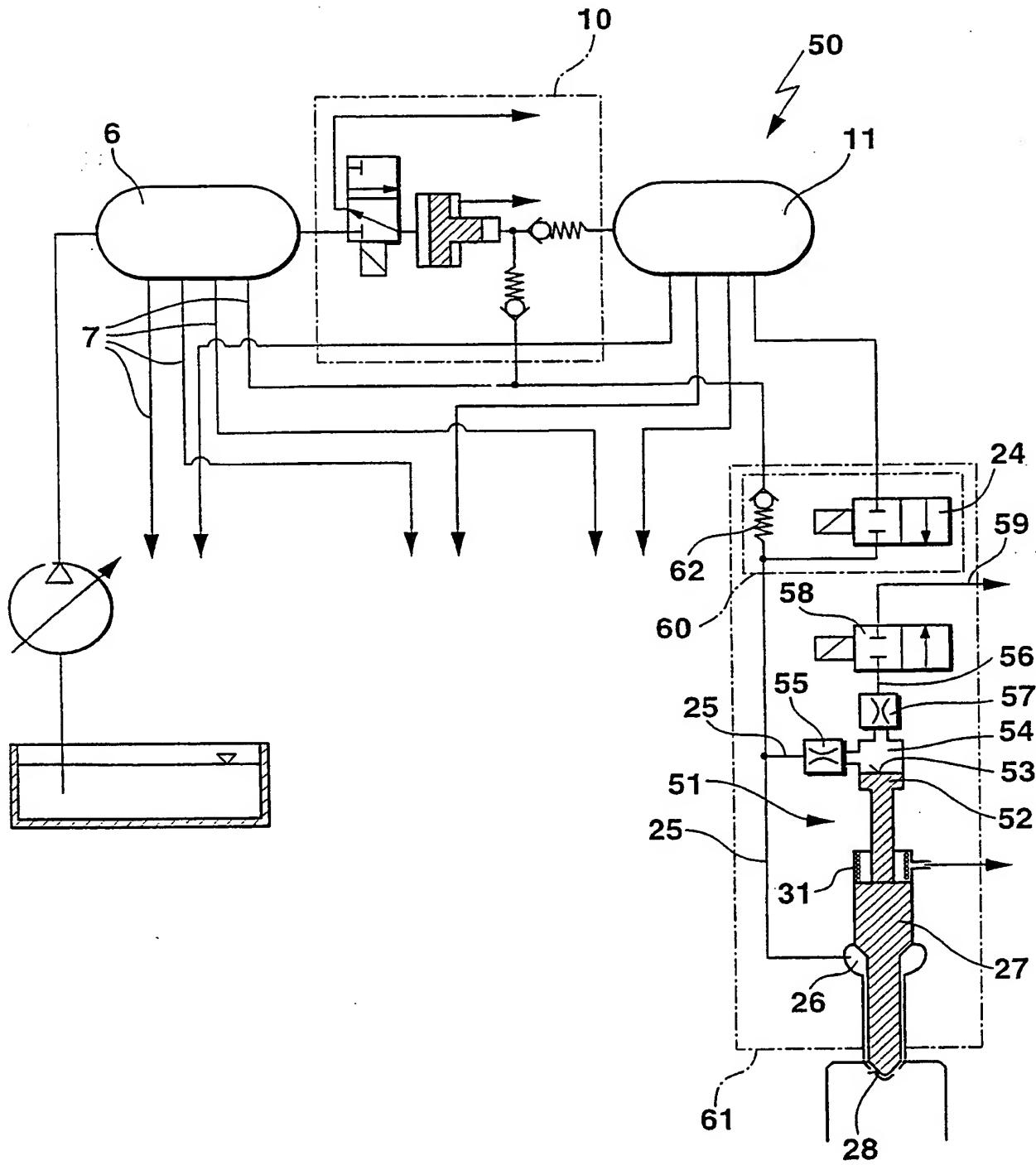
**Fig. 2a**

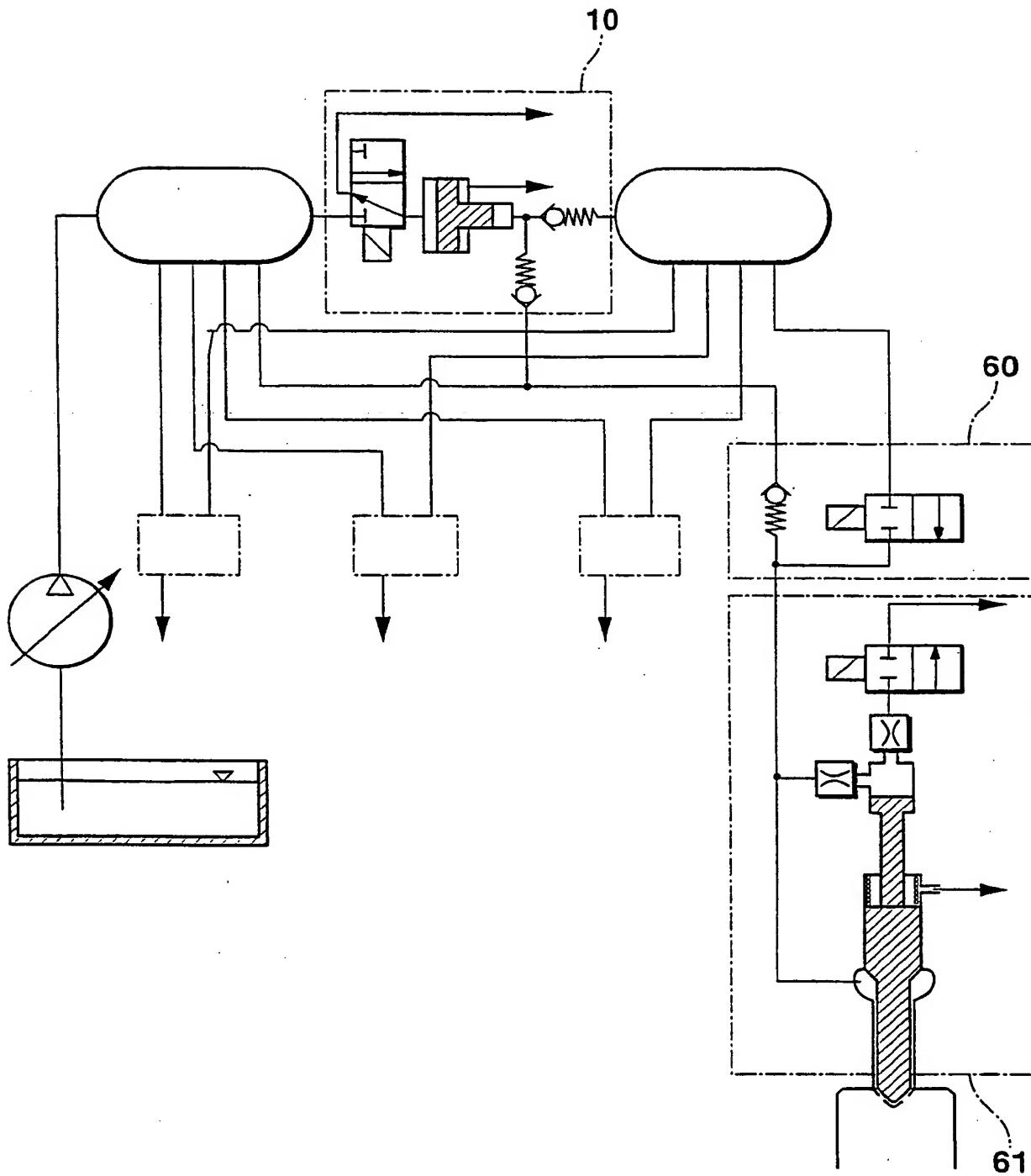
**Fig. 2b**

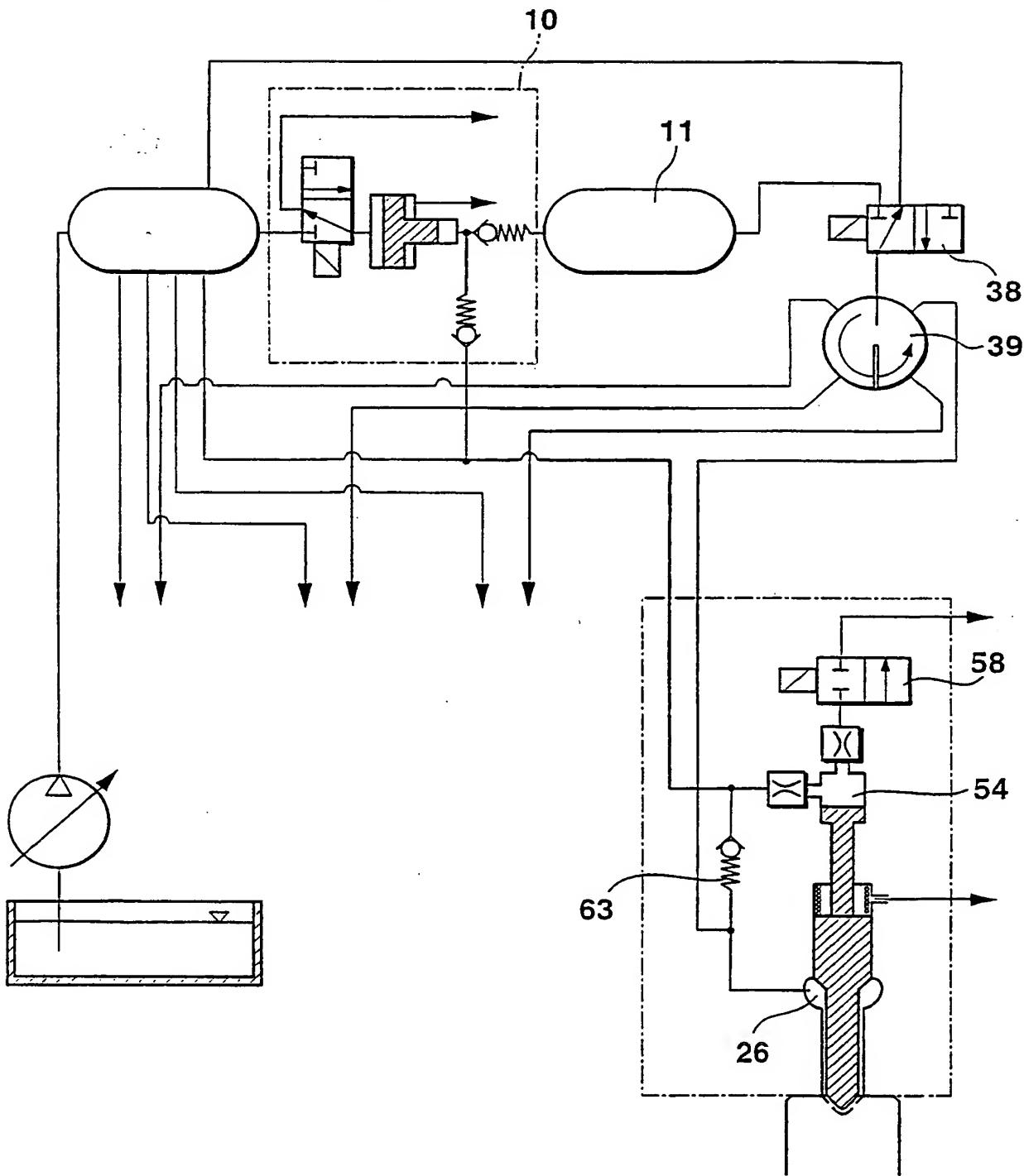
**Fig. 3a**

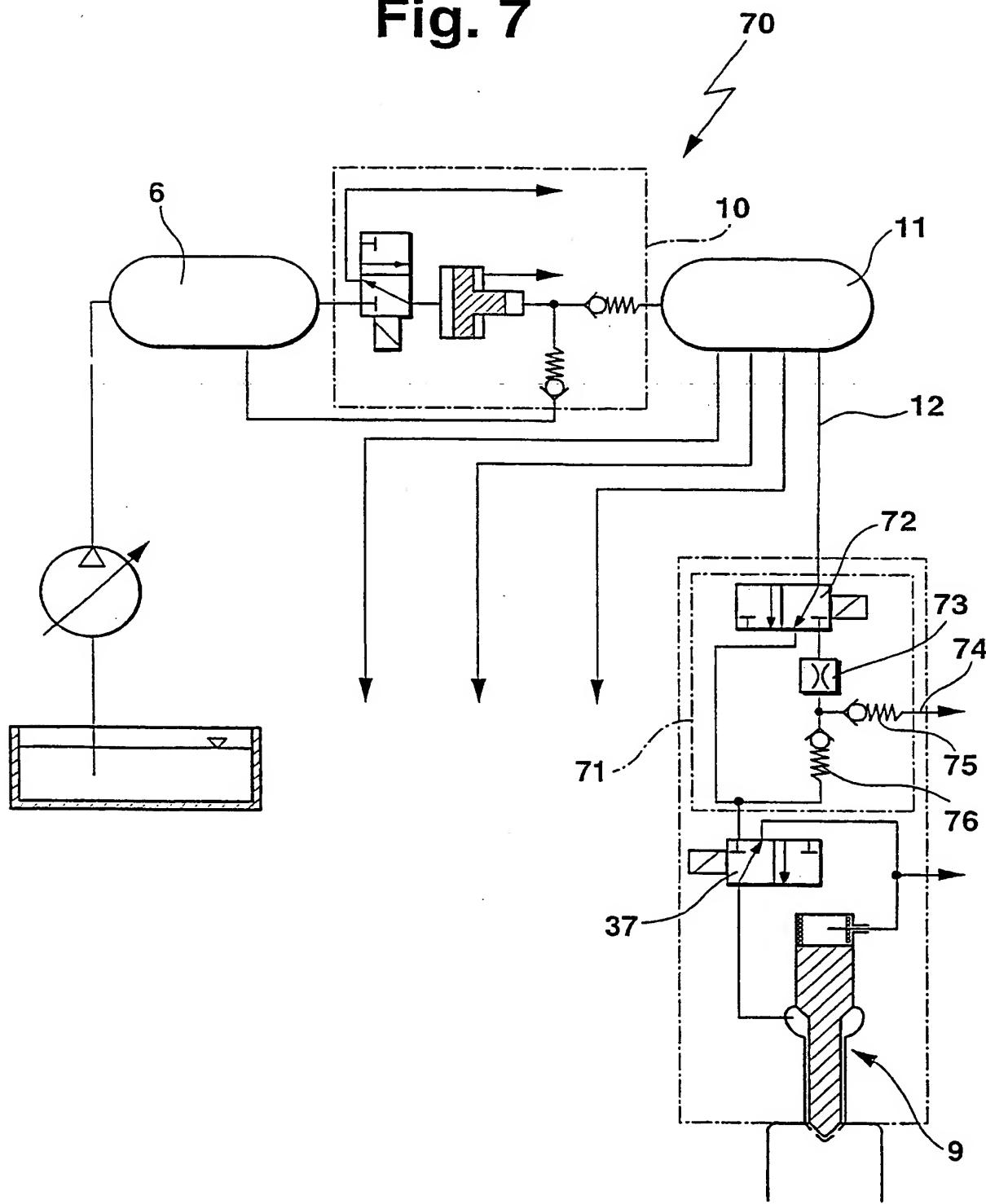
**Fig. 3b**

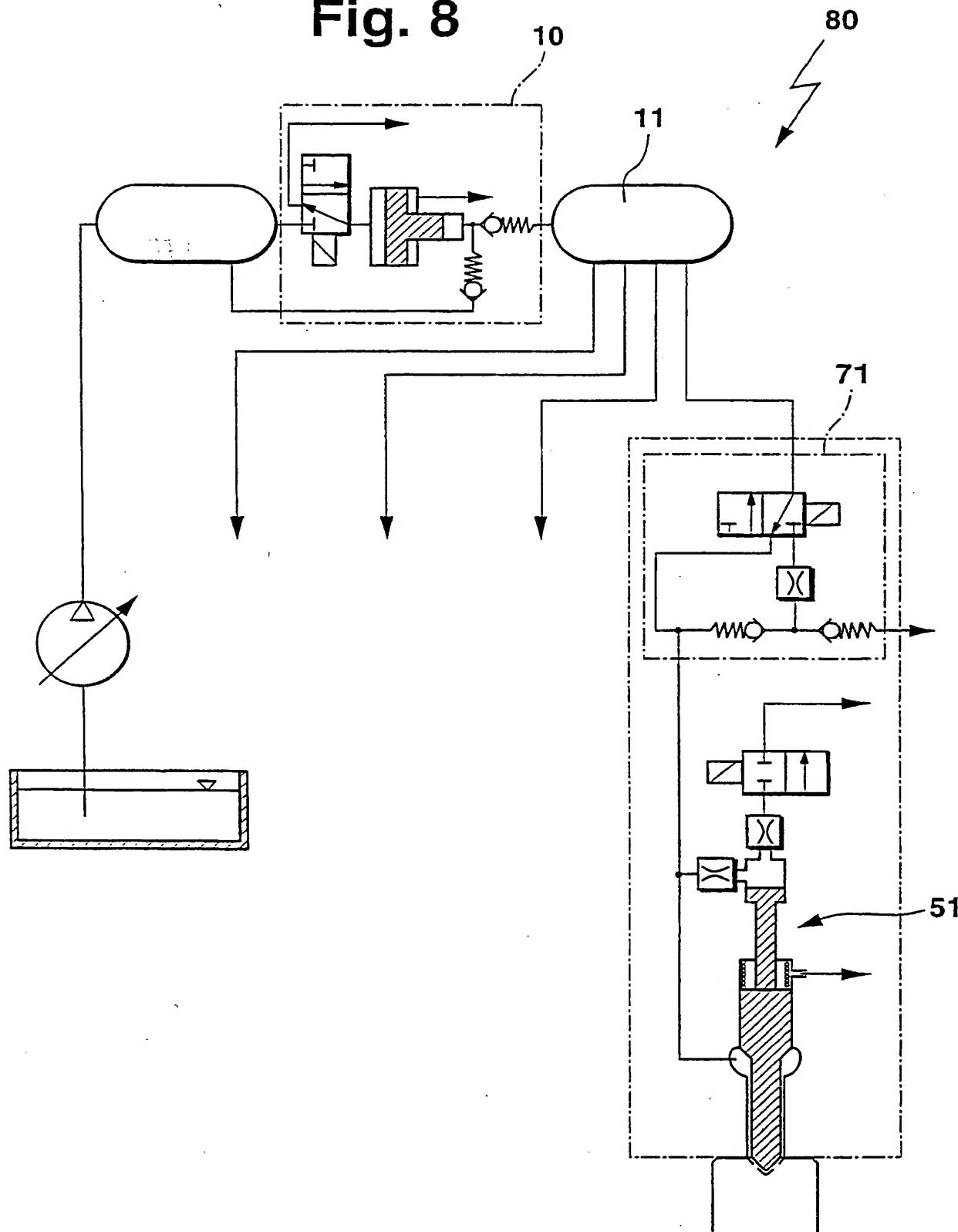
**Fig. 4**

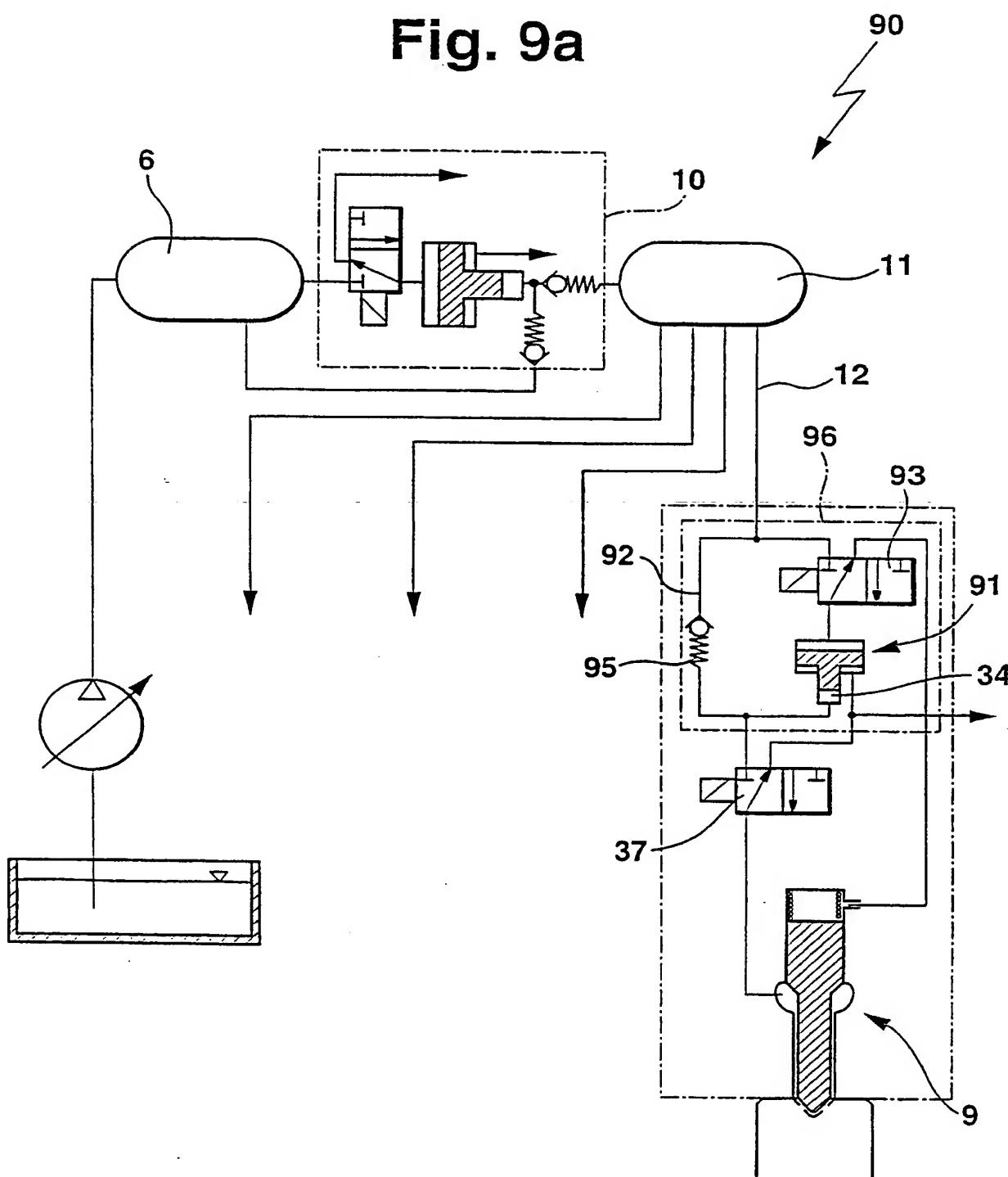
**Fig. 5a**

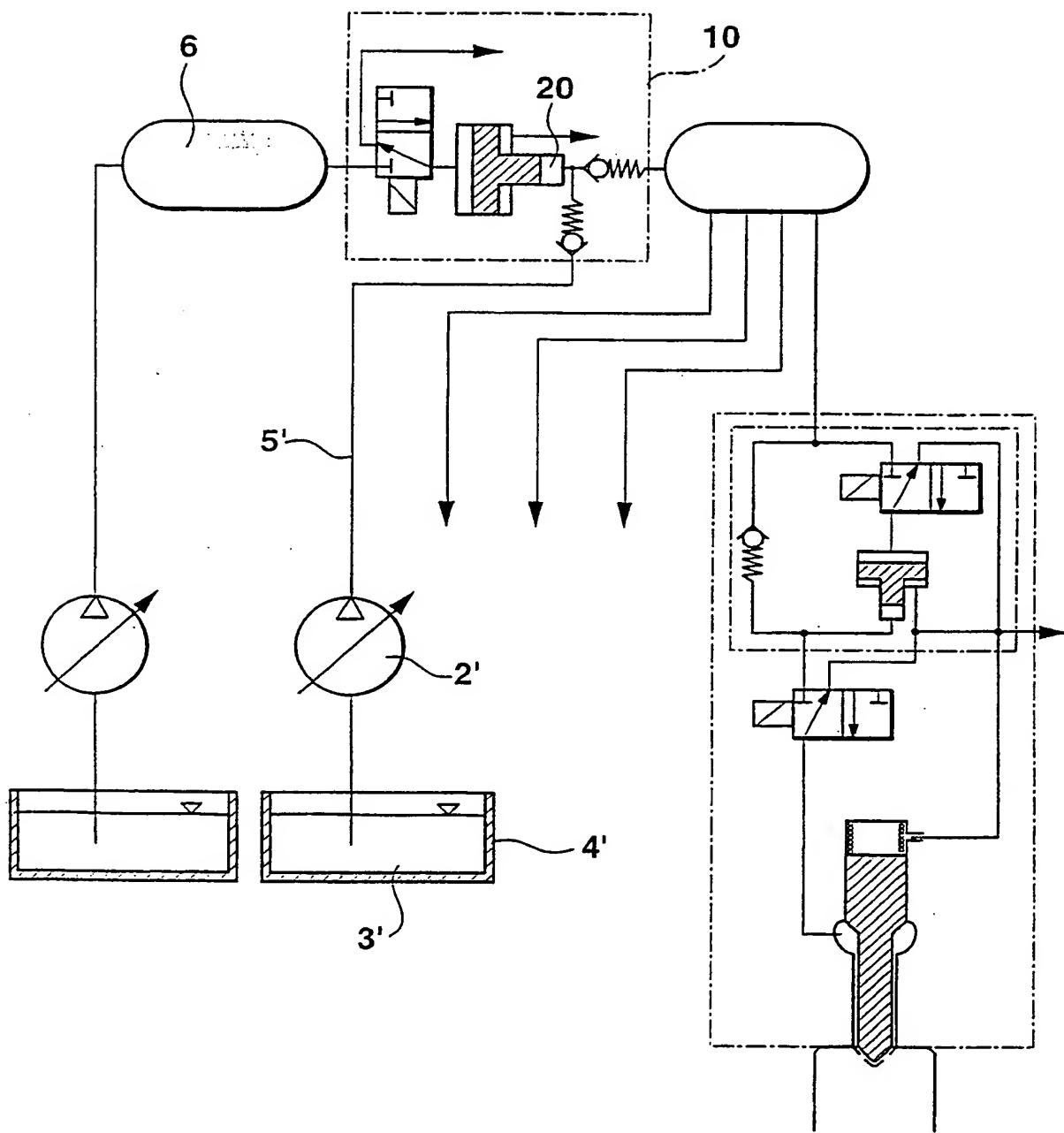
**Fig. 5b**

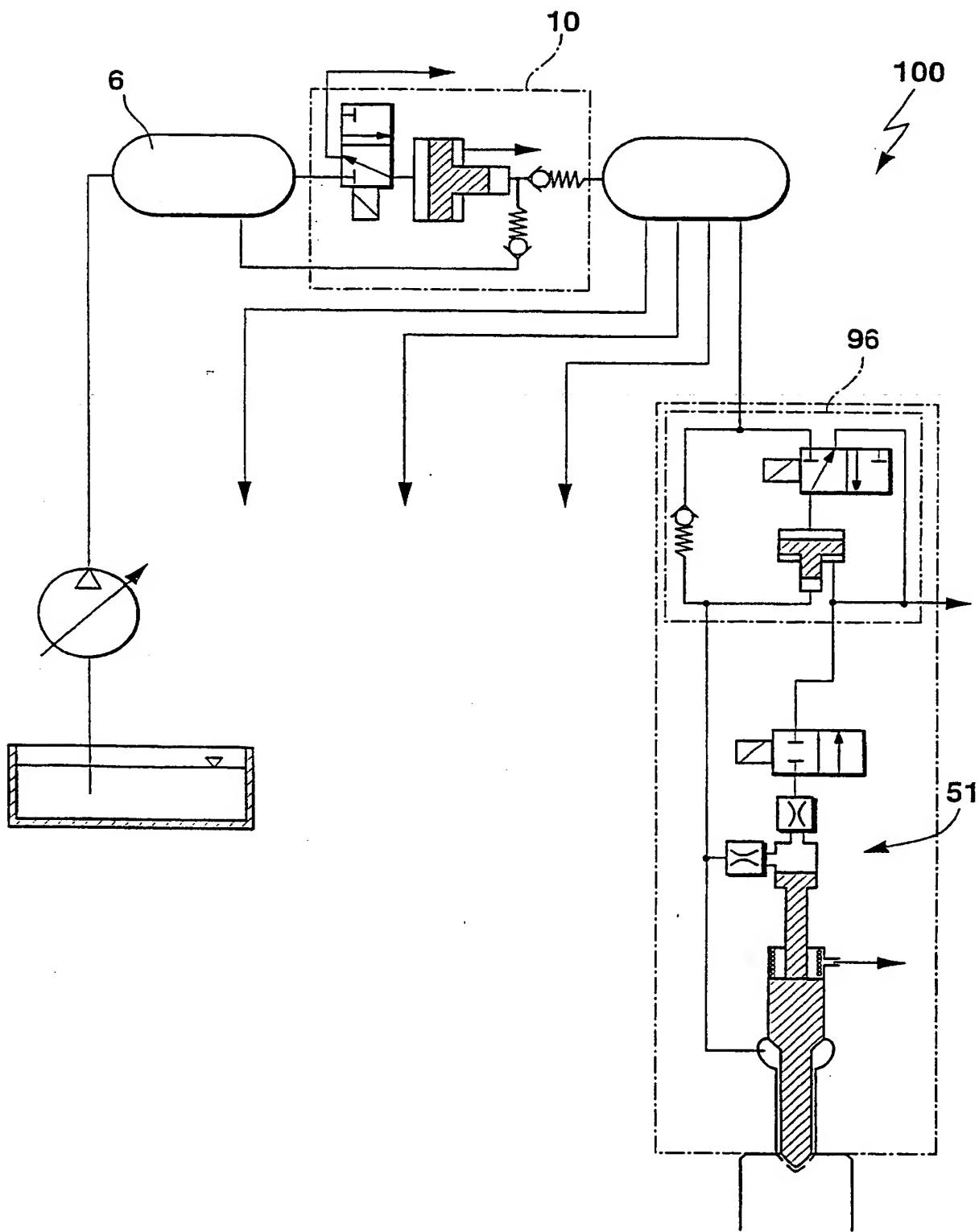
**Fig. 6**

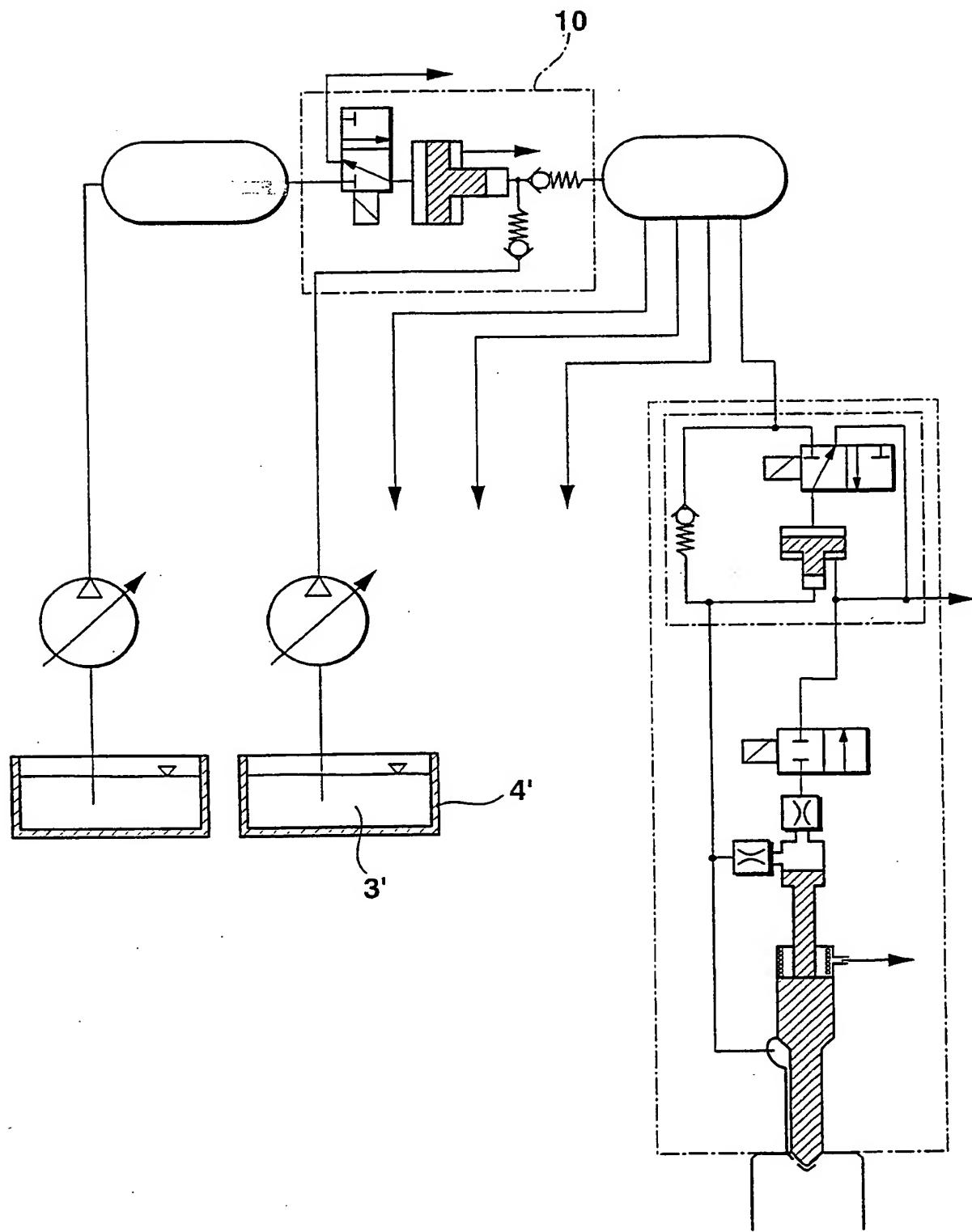
**Fig. 7**

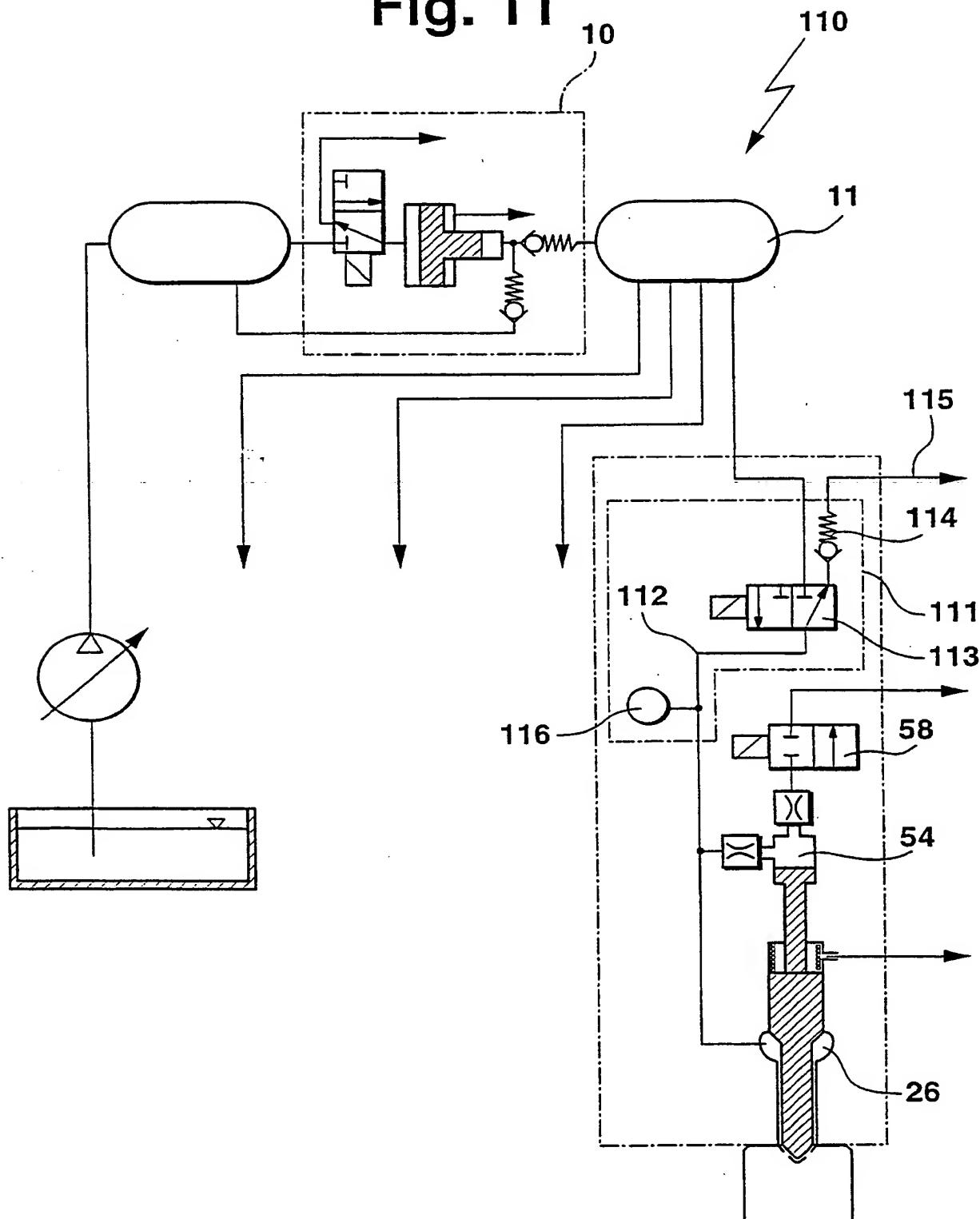
**Fig. 8**

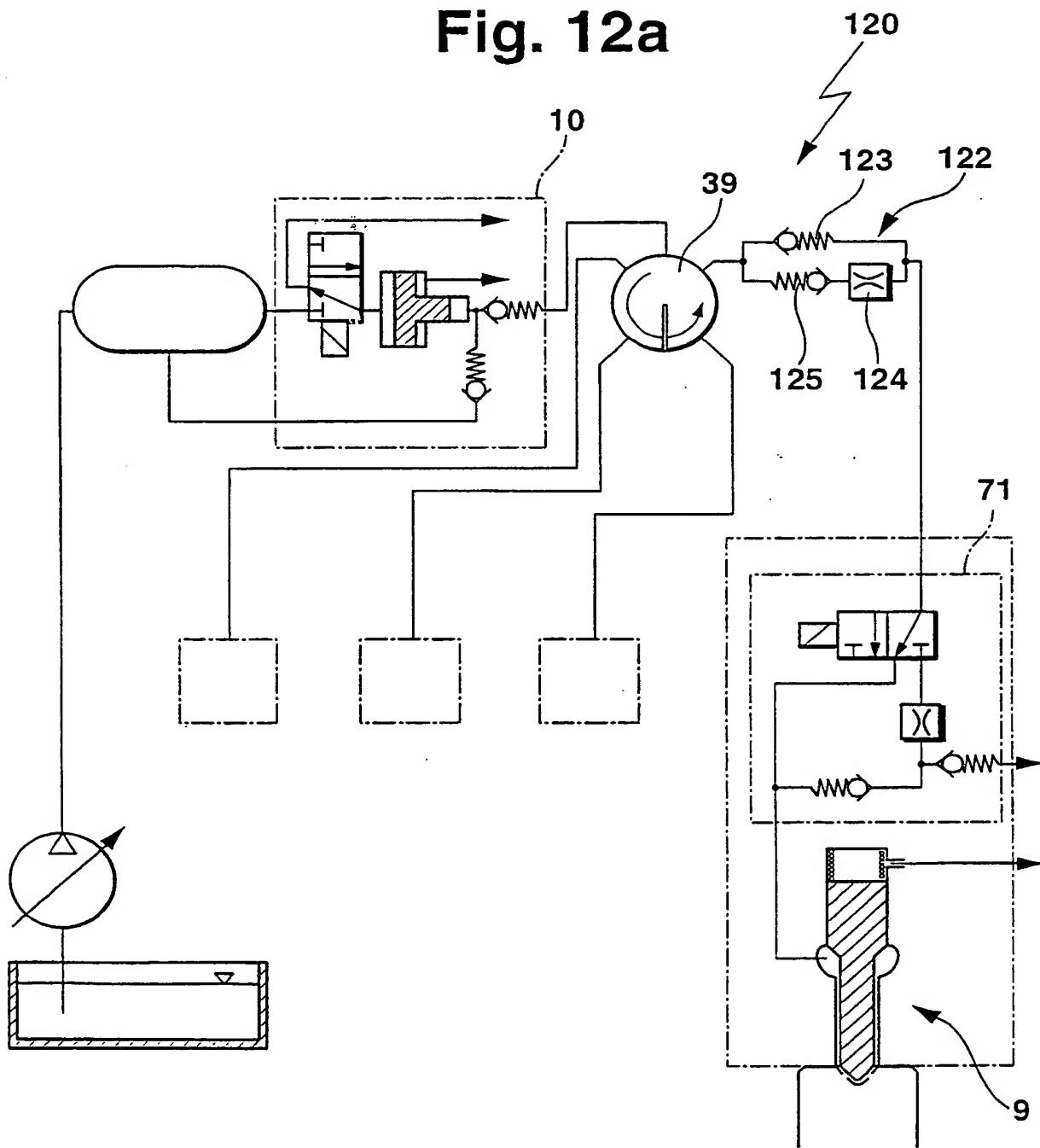
**Fig. 9a**

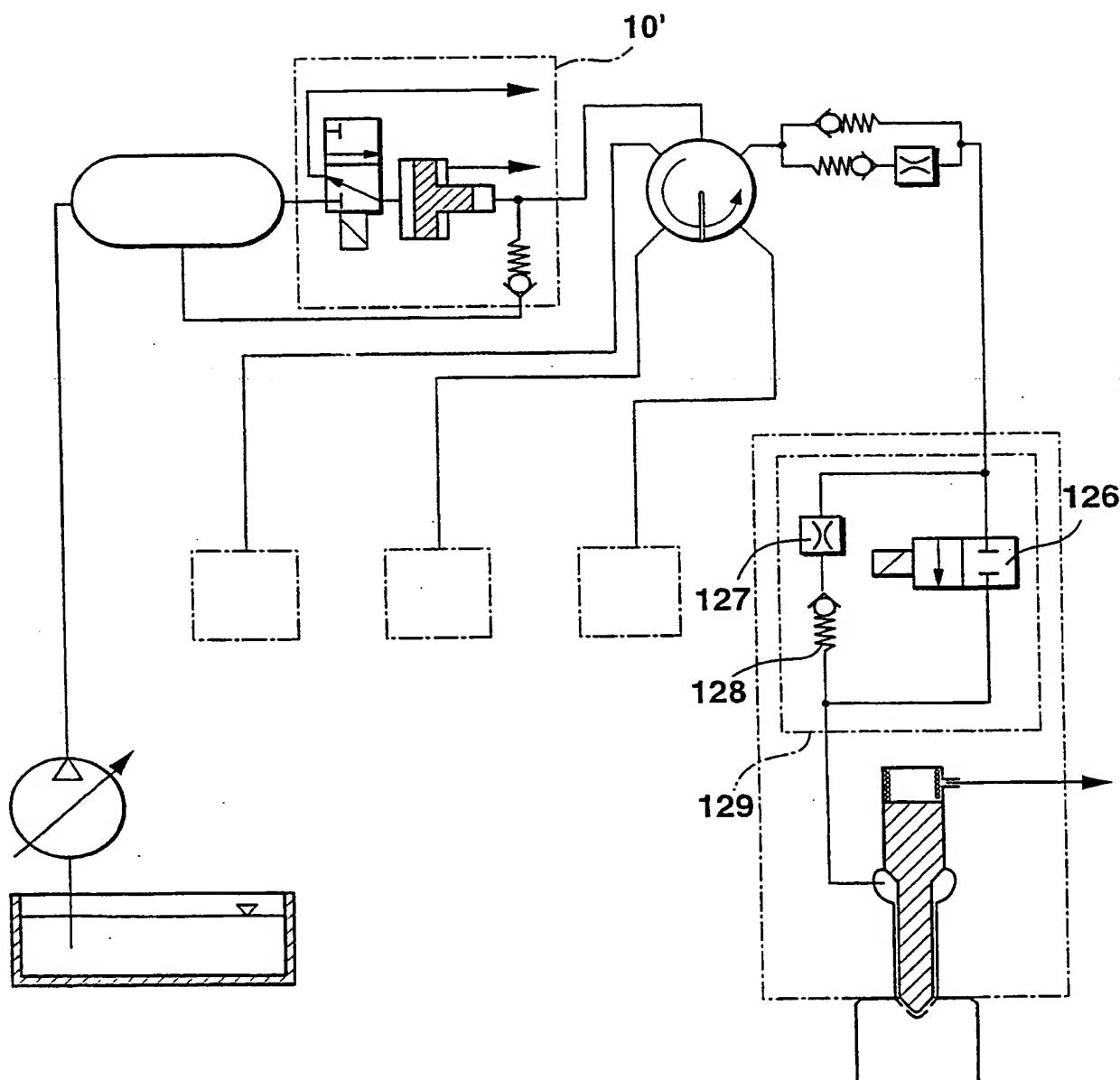
**Fig. 9b**

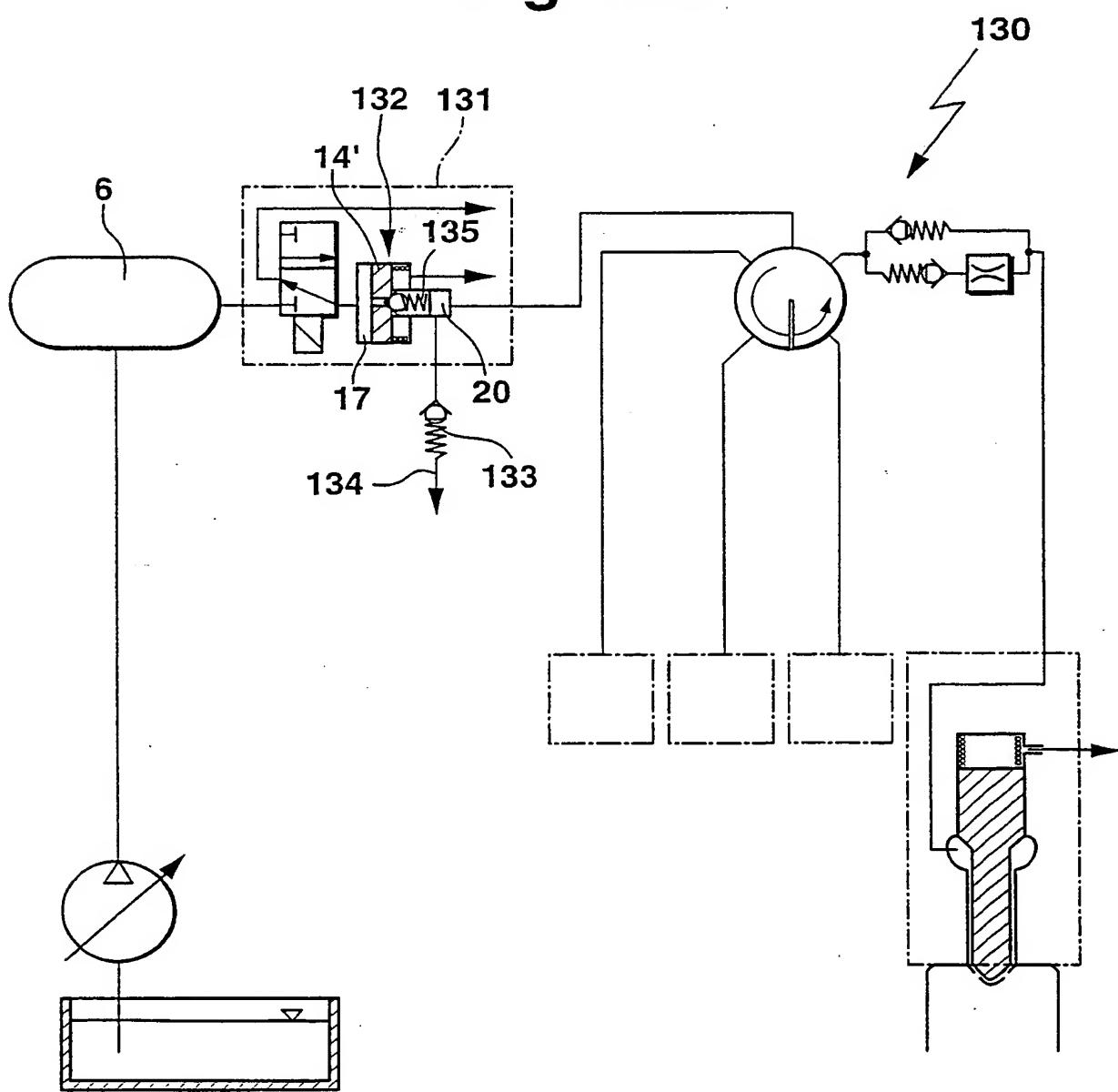
**Fig. 10a**

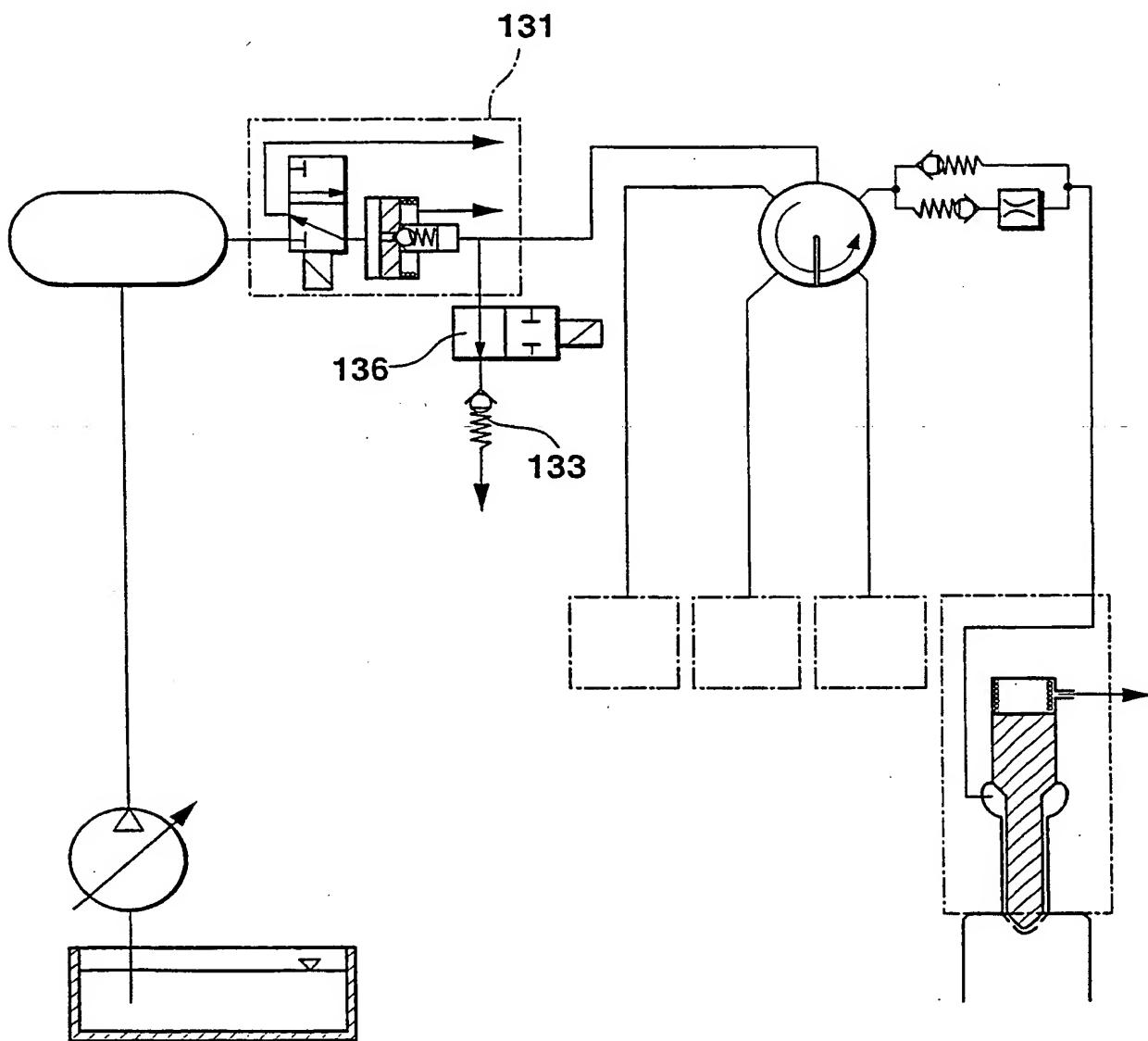
**Fig. 10b**

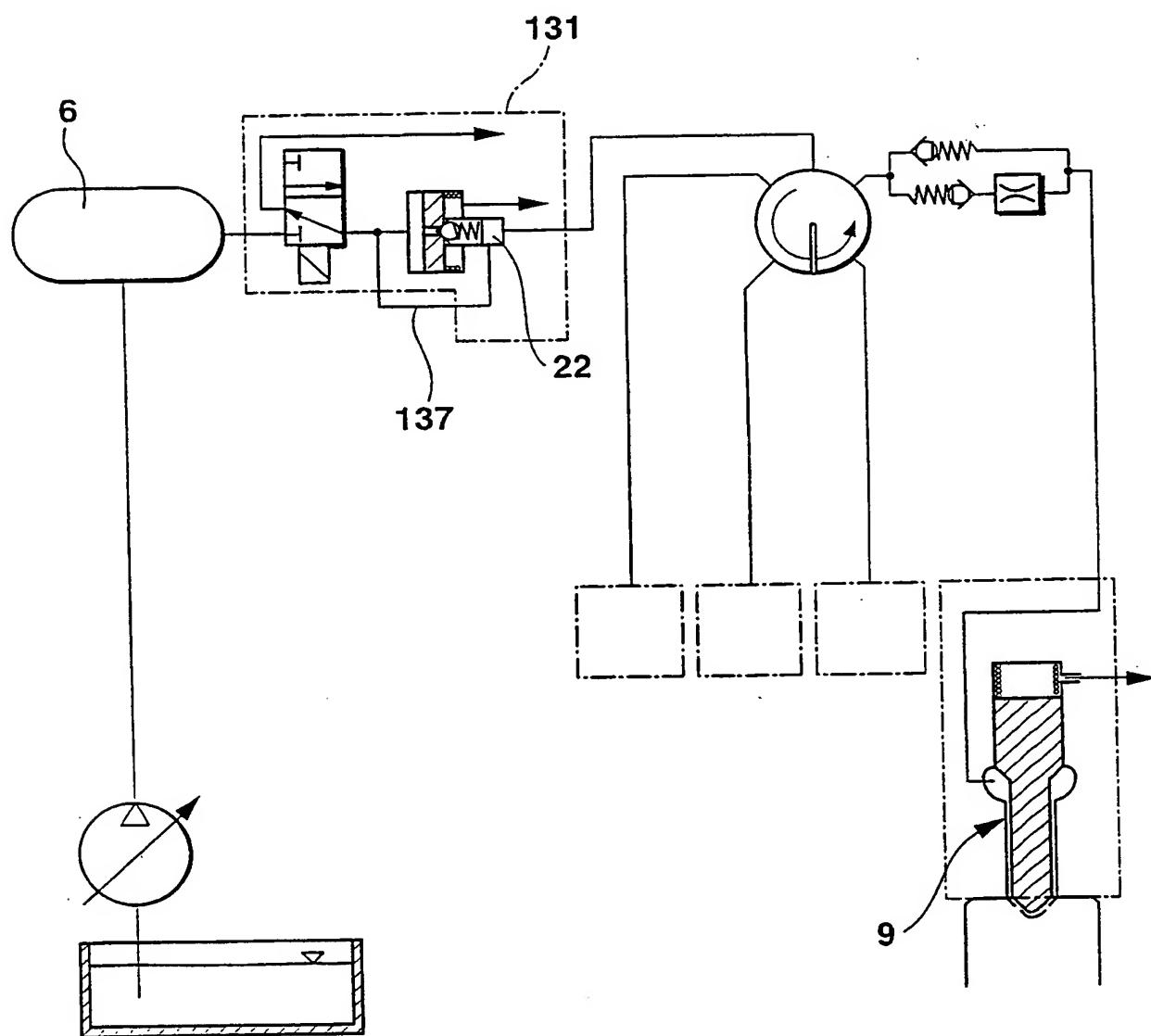
**Fig. 11**

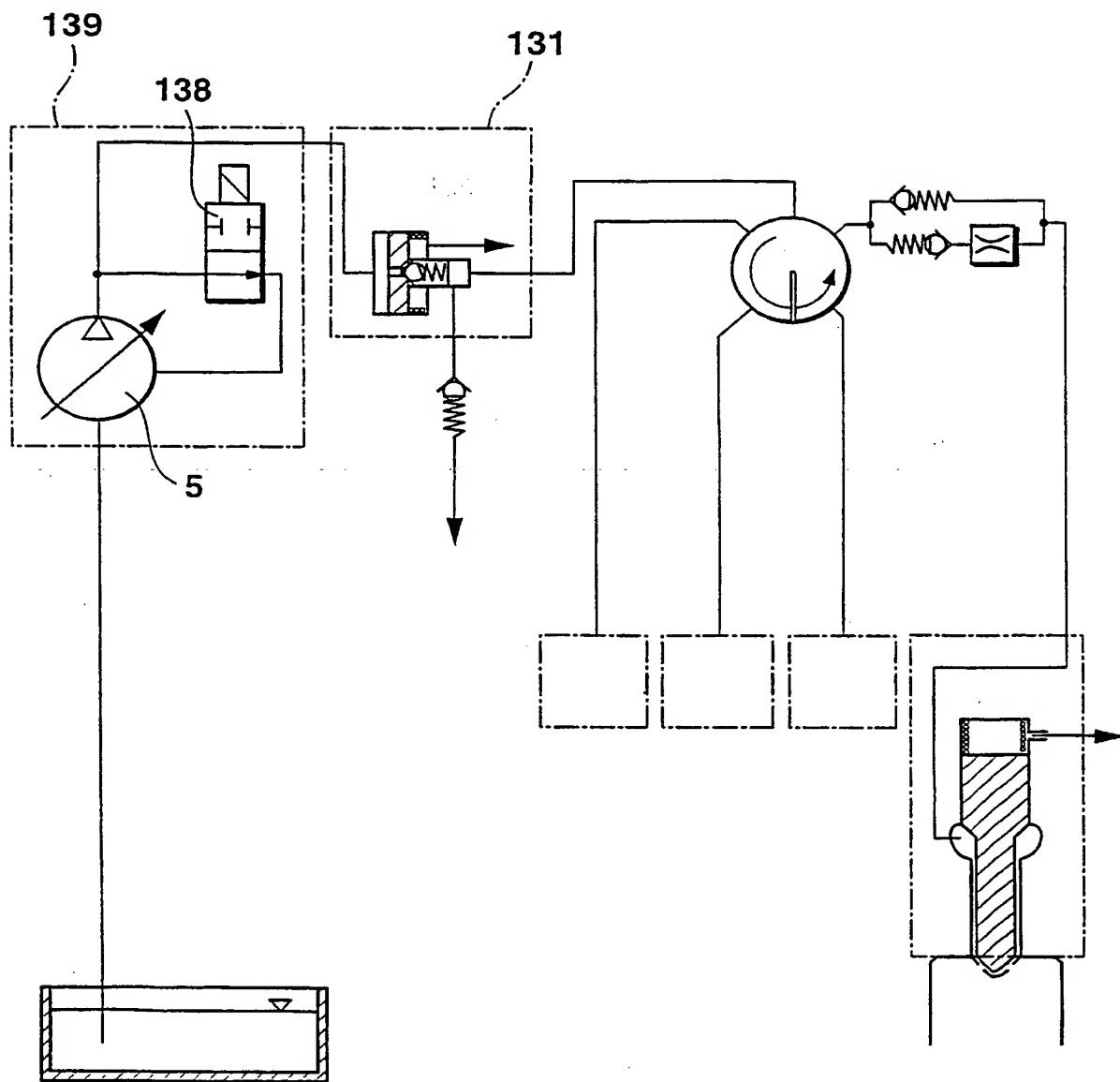
**Fig. 12a**

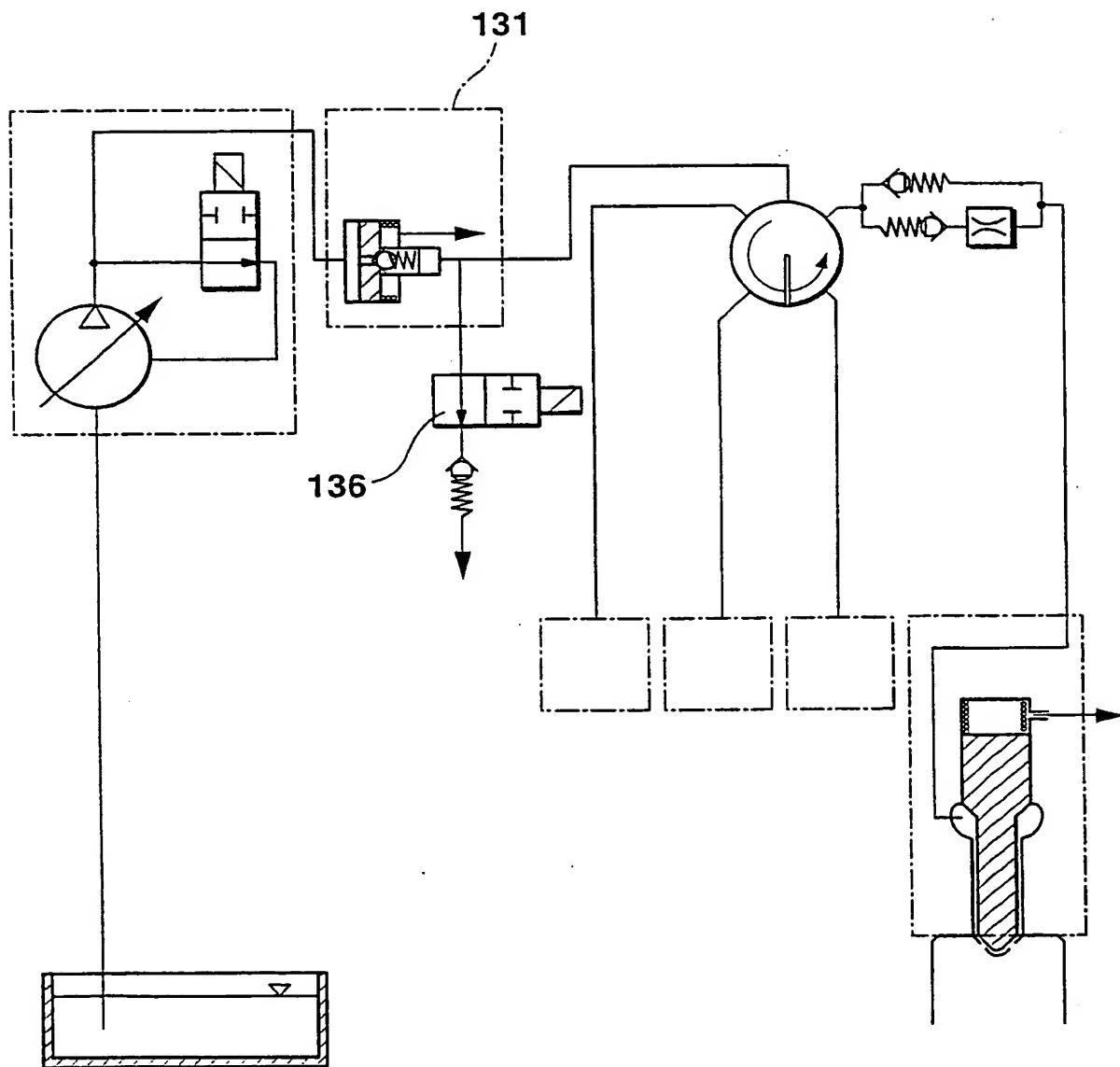
**Fig. 12b**

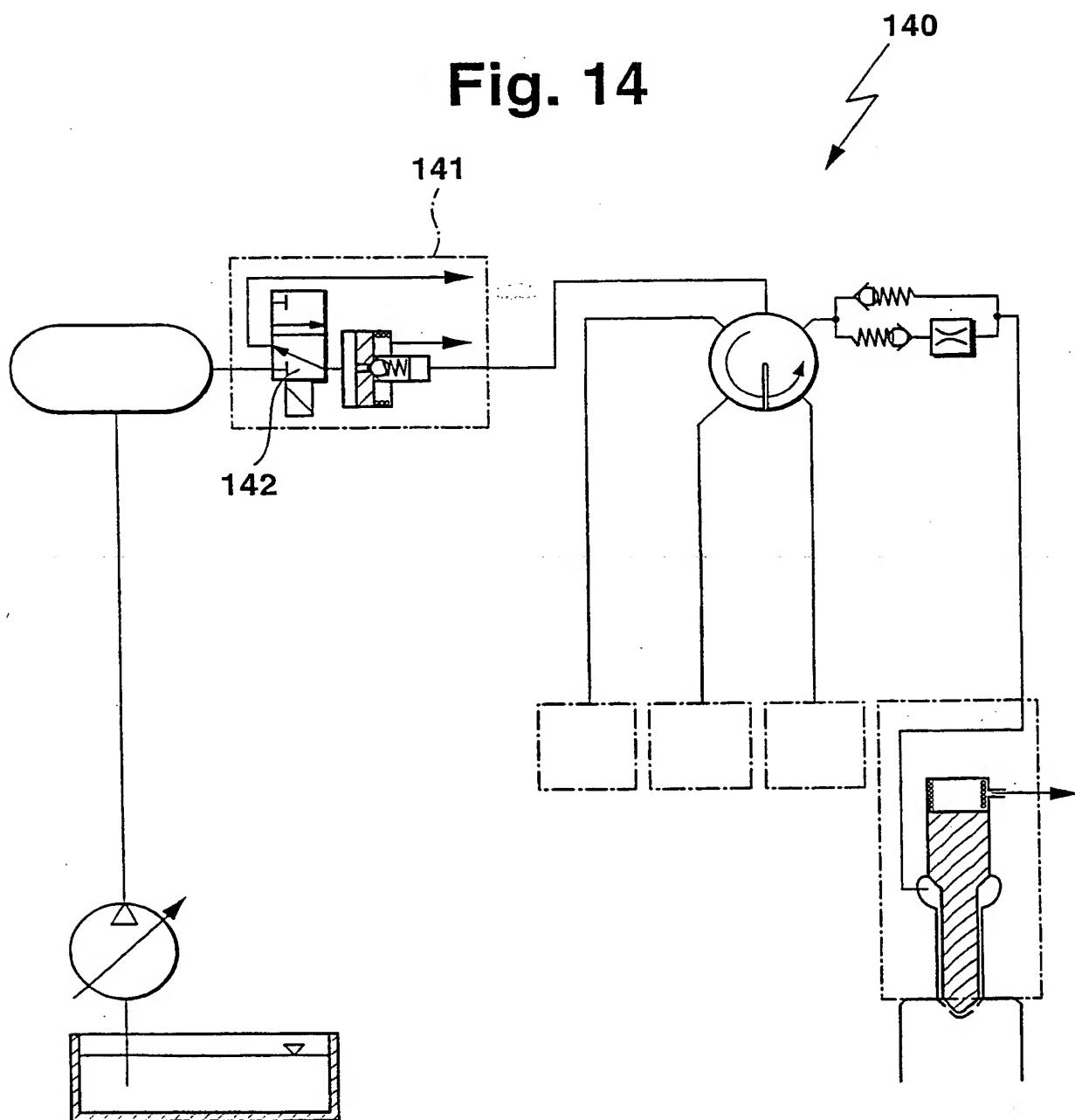
**Fig. 13a**

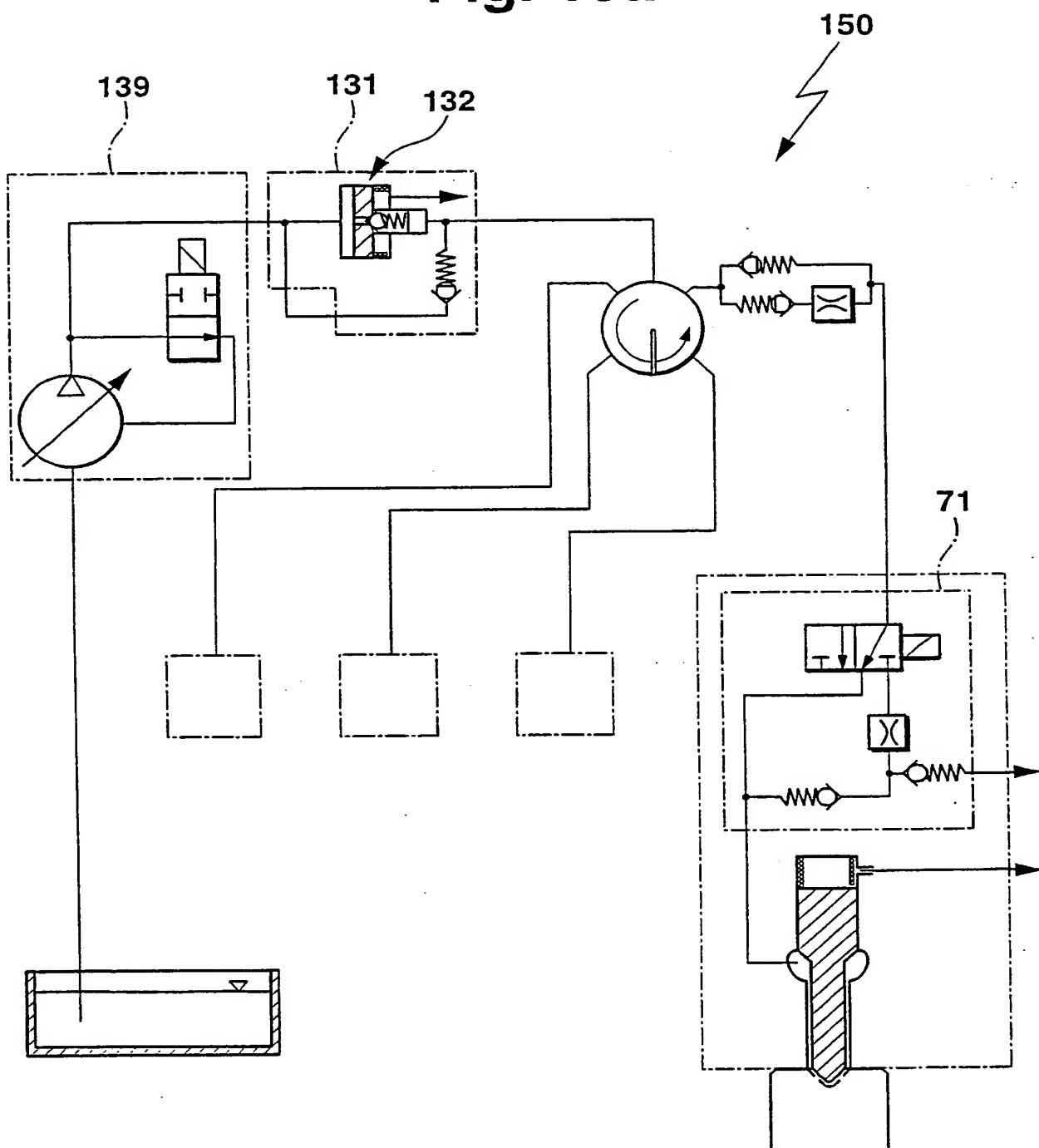
**Fig. 13b**

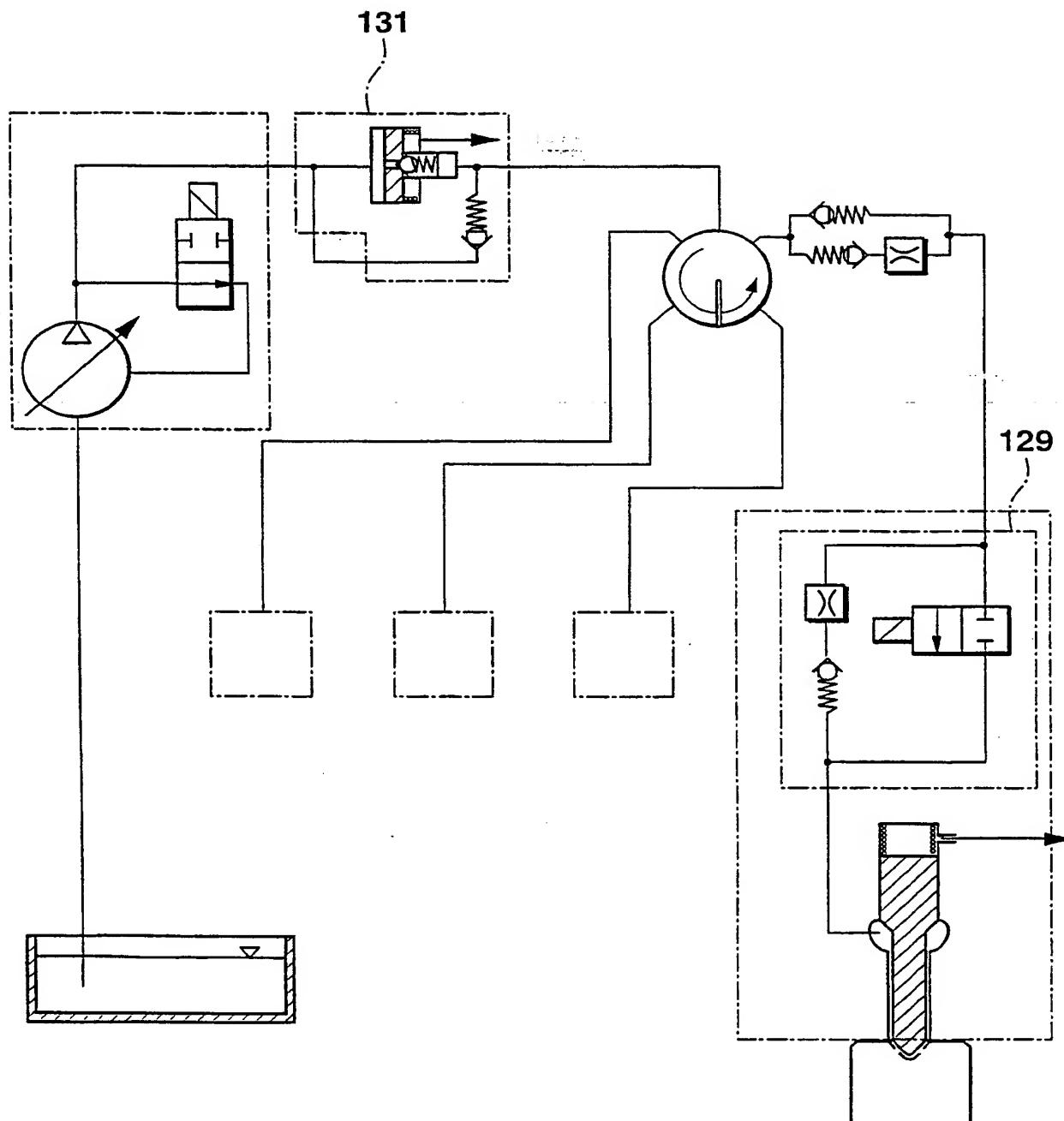
**Fig. 13c**

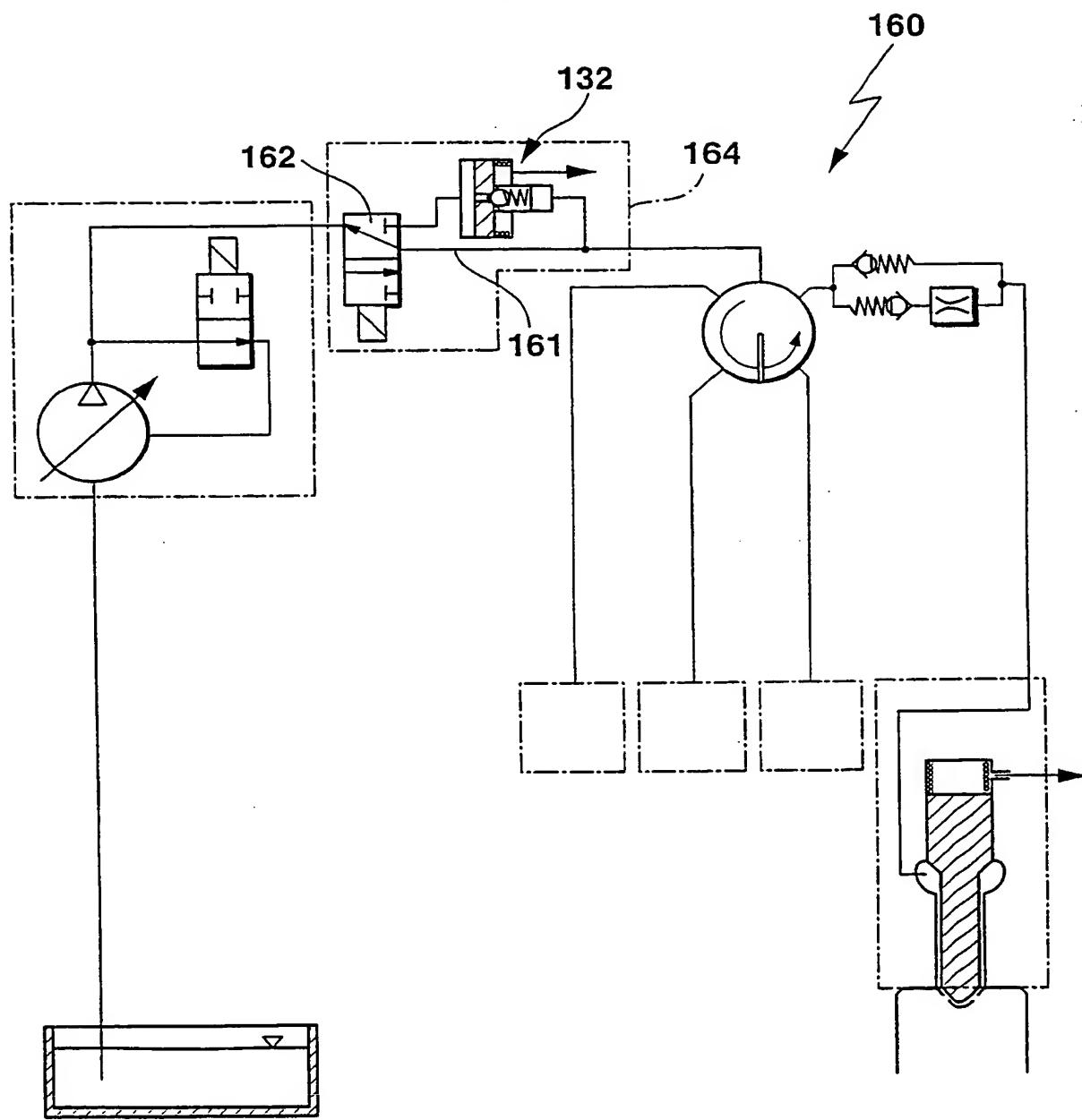
**Fig. 13d**

**Fig. 13e**

**Fig. 14**

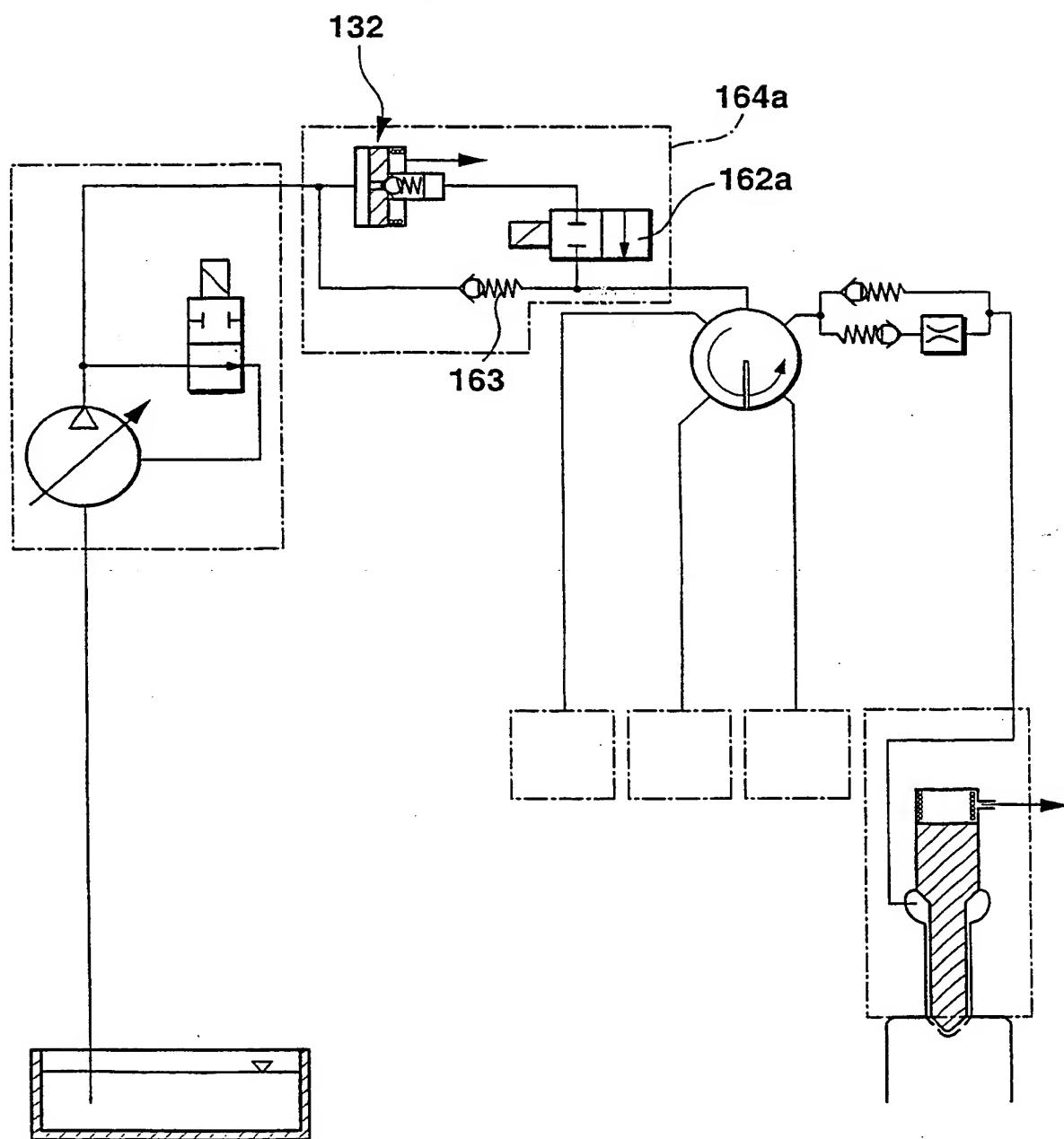
**Fig. 15a**

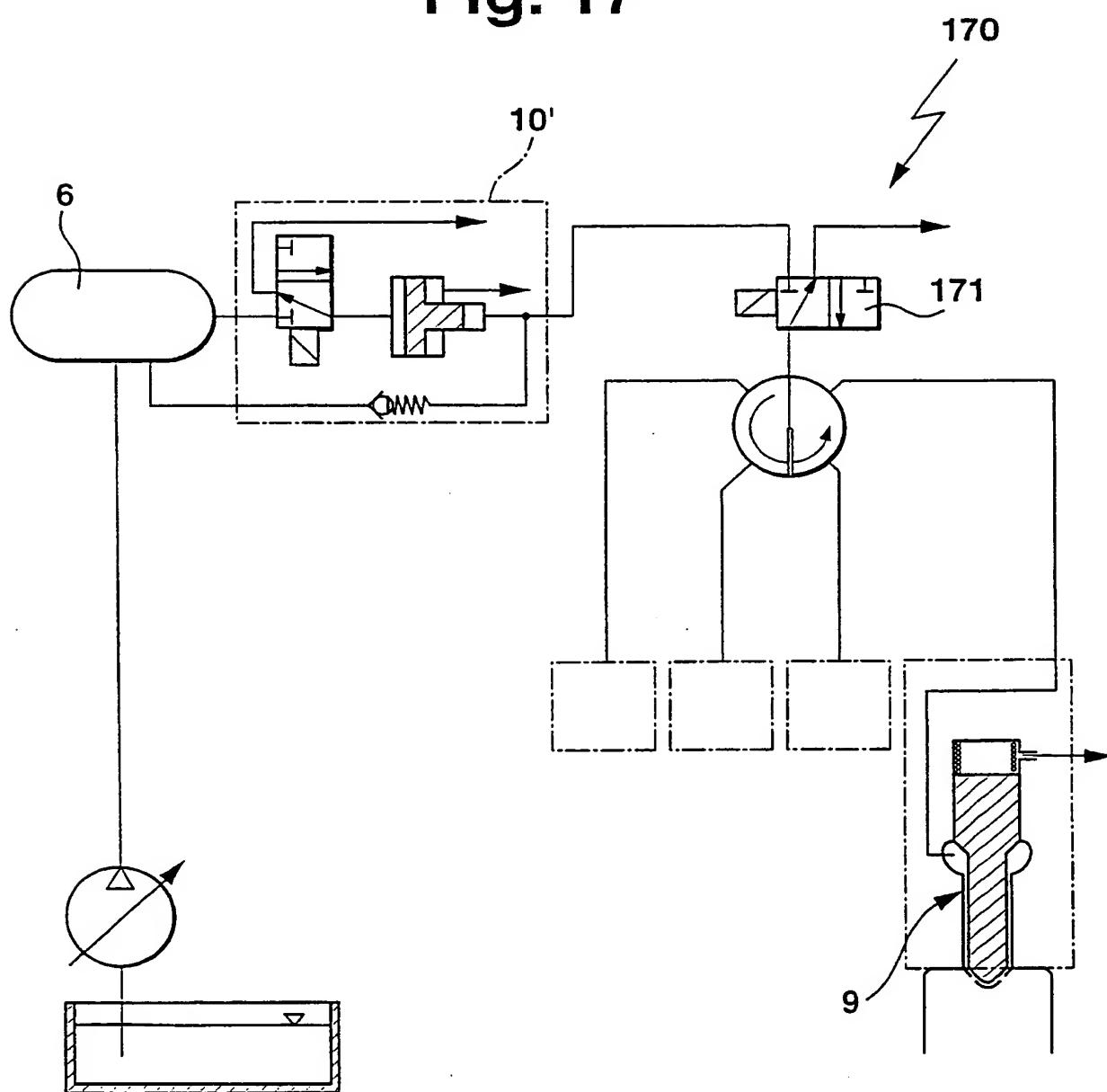
**Fig. 15b**

**Fig. 16a**

29 / 30

Fig. 16b



**Fig. 17**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 00/02551

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M45/00 F02M47/02 F02M63/00 F02M63/02 F02M59/10  
F02M41/02 F02M45/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y          | US 5 299 919 A (PAUL MARIUS A ET AL)<br>5 April 1994 (1994-04-05)<br>column 12, line 32 -column 13, line 56<br>column 17, line 1 - line 28; figures 17,22<br>--- | 1,2,5-8,<br>12,13     |
| Y          | EP 0 691 471 A (MITSUBISHI MOTORS CORP)<br>10 January 1996 (1996-01-10)<br>page 10, line 43 -page 11, line 45;<br>figures 6,7<br>---                             | 1,2,5-8,<br>12,13     |
| A          | EP 0 711 914 A (LUCAS IND PLC)<br>15 May 1996 (1996-05-15)<br>cited in the application<br>column 2, line 49 -column 3, line 10;<br>figure<br>---                 | 1<br>-/-              |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

### ° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

14 November 2000

21/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 00/02551

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A        | US 5 662 087 A (MCCANDLESS JAMES C)<br>2 September 1997 (1997-09-02)<br>column 3, line 39 - line 67; figures 1-3<br>-----          | 9,11                  |
| A        | US 5 878 720 A (CHEN SHIKUI K ET AL)<br>9 March 1999 (1999-03-09)<br>column 2, line 50 -column 4, line 28;<br>figures 1,2<br>----- | 10                    |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02551

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) |  |  | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|--|--|------------------|
| US 5299919 A                           | 05-04-1994       | US 5263645 A            |  |  | 23-11-1993       |
|  |                  | WO 9323667 A            |  |  | 25-11-1993       |
|  |                  | US 5397055 A            |  |  | 14-03-1995       |
| EP 0691471 A                           | 10-01-1996       | JP 2885076 B            |  |  | 19-04-1999       |
|  |                  | JP 8021332 A            |  |  | 23-01-1996       |
|  |                  | CN 1127842 A            |  |  | 31-07-1996       |
|  |                  | DE 69505741 D           |  |  | 10-12-1998       |
|  |                  | DE 69505741 T           |  |  | 22-07-1999       |
|  |                  | KR 196260 B             |  |  | 15-06-1999       |
|  |                  | US 5622152 A            |  |  | 22-04-1997       |
| EP 0711914 A                           | 15-05-1996       | DE 69507574 D           |  |  | 11-03-1999       |
|  |                  | DE 69507574 T           |  |  | 24-06-1999       |
|  |                  | ES 2129175 T            |  |  | 01-06-1999       |
|  |                  | JP 8210213 A            |  |  | 20-08-1996       |
|  |                  | US 5642714 A            |  |  | 01-07-1997       |
| US 5662087 A                           | 02-09-1997       | AT 1628 U               |  |  | 25-08-1997       |
|  |                  | DE 19612737 A           |  |  | 02-10-1996       |
| US 5878720 A                           | 09-03-1999       | DE 19808108 A           |  |  | 27-08-1998       |
|  |                  | GB 2322671 A            |  |  | 02-09-1998       |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE 00/02551

|   |       |           |           |           |           |           |
|---|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES | IPK 7 | F02M45/00 | F02M47/02 | F02M63/00 | F02M63/02 | F02M59/10 |
|   |       | F02M41/02 | F02M45/12 |           |           |           |

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| Y          | US 5 299 919 A (PAUL MARIUS A ET AL)<br>5. April 1994 (1994-04-05)<br>Spalte 12, Zeile 32 - Spalte 13, Zeile 56<br>Spalte 17, Zeile 1 - Zeile 28; Abbildungen<br>17,22<br>--- | 1,2,5-8,<br>12,13  |
| Y          | EP 0 691 471 A (MITSUBISHI MOTORS CORP)<br>10. Januar 1996 (1996-01-10)<br>Seite 10, Zeile 43 - Seite 11, Zeile 45;<br>Abbildungen 6,7<br>---                                 | 1,2,5-8,<br>12,13  |
| A          | EP 0 711 914 A (LUCAS IND PLC)<br>15. Mai 1996 (1996-05-15)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 10;<br>Abbildung<br>---                       | 1<br>-/-           |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14. November 2000

21/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torle, E

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02551

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                       | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | US 5 662 087 A (MCCANDLESS JAMES C)<br>2. September 1997 (1997-09-02)<br>Spalte 3, Zeile 39 – Zeile 67; Abbildungen<br>1-3<br>---        | 9,11               |
| A          | US 5 878 720 A (CHEN SHIKUI K ET AL)<br>9. März 1999 (1999-03-09)<br>Spalte 2, Zeile 50 -Spalte 4, Zeile 28;<br>Abbildungen 1,2<br>----- | 10                 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02551

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung |  | Mitglied(er) der Patentfamilie  | Datum der Veröffentlichung   |
|---|----------------------------|--|---|--|
| US 5299919 A                                    | 05-04-1994                 |  | US 5263645 A<br>WO 9323667 A<br>US 5397055 A  | 23-11-1993<br>25-11-1993<br>14-03-1995   |
| EP 0691471 A                                    | 10-01-1996                 |  | JP 2885076 B<br>JP 8021332 A<br>CN 1127842 A<br>DE 69505741 D<br>DE 69505741 T<br>KR 196260 B<br>US 5622152 A | 19-04-1999<br>23-01-1996<br>31-07-1996<br>10-12-1998<br>22-07-1999<br>15-06-1999<br>22-04-1997 |
| EP 0711914 A                                    | 15-05-1996                 |  | DE 69507574 D<br>DE 69507574 T<br>ES 2129175 T<br>JP 8210213 A<br>US 5642714 A                                | 11-03-1999<br>24-06-1999<br>01-06-1999<br>20-08-1996<br>01-07-1997                             |
| US 5662087 A                                    | 02-09-1997                 |  | AT 1628 U<br>DE 19612737 A  | 25-08-1997<br>02-10-1996   |
| US 5878720 A                                    | 09-03-1999                 |  | DE 19808108 A<br>GB 2322671 A   | 27-08-1998<br>02-09-1998   |

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)